UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE
LABORATOIRE THÉMA – UMR CNRS 6049
GÉOGRAPHIE ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ÉCOLE DOCTORALE LISIT 491

« SAUVER LA NUIT »

Empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires

SAMUEL CHALLÉAT

Thèse de doctorat en Géographie présentée le 13 octobre 2010
Sous la direction de Monsieur André LARCENEUX, professeur à l'Université de Bourgogne

JURY :

Madame Sabine BARLES, professeur à l'Institut Français d'Urbanisme, Université de Paris 8

Monsieur Jean-Michel DELEUIL, professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon – *Rapporteur*

Monsieur Jean-Michel JEANNIN, Ingénieur Arts et Métiers, Directeur Général des Services du Syndicat Intercommunal d'Énergies de Côte d'Or

Monsieur André LARCENEUX, professeur à l'Université de Bourgogne

Monsieur Serge ORMAUX, professeur à l'Université de Franche-Comté – *Rapporteur*

Monsieur Thierry PAQUOT, professeur à l'Institut d'Urbanisme de Paris, Université de Paris 12

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE
LABORATOIRE THÉMA – UMR CNRS 6049
GÉOGRAPHIE ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ÉCOLE DOCTORALE LISIT 491

« SAUVER LA NUIT »

Empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires

SAMUEL CHALLÉAT

Thèse de doctorat en Géographie présentée le 13 octobre 2010
Sous la direction de Monsieur André LARCENEUX, professeur à l'Université de Bourgogne

JURY :

Madame Sabine BARLES, professeur à l'Institut Français d'Urbanisme, Université de Paris 8

Monsieur Jean-Michel DELEUIL, professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon – *Rapporteur*

Monsieur Jean-Michel JEANNIN, Ingénieur Arts et Métiers, Directeur Général des Services du Syndicat Intercommunal d'Énergies de Côte d'Or

Monsieur André LARCENEUX, professeur à l'Université de Bourgogne

Monsieur Serge ORMAUX, professeur à l'Université de Franche-Comté – *Rapporteur*

Monsieur Thierry PAQUOT, professeur à l'Institut d'Urbanisme de Paris, Université de Paris 12

L'Université de Bourgogne n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les thèses, celles ci doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE **9**

PREMIÈRE PARTIE : OMBRE ET LUMIÈRE **17**

CHAPITRE 1 : L'HOMME OCCIDENTAL ET LA NUIT 21

1.1 Une relation ambivalente *23*

1.2 La nuit des artistes, de l'imaginaire et de la construction personnelle *49*

1.3 Les attributs fondamentaux de la lumière *71*

CHAPITRE 2 : UNE NUIT URBAINE SOUS ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL 85

2.1 La quête du « Soleil permanent » *87*

2.2 Les fonctions de l'éclairage urbain aujourd'hui *95*

CHAPITRE 3 : LES IMPACTS NÉGATIFS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE 117

3.1 Les impacts socioculturels *119*

3.2 Les impacts environnementaux *147*

3.3 Les impacts sanitaires *157*

DEUXIÈME PARTIE : LES TERRITOIRES DE LA LUMIÈRE **183**

CHAPITRE 1 : DES EMPREINTES LUMINEUSES DIFFÉRENCIÉES 187

1.1 Les différents halos lumineux *189*

1.2 L'empreinte lumineuse : un entrelacs d'échelles *207*

1.3 Vers une modélisation fine ? *257*

CHAPITRE 2 : QUELLE GOUVERNANCE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC ? 279

2.1 L'échelle nationale : production et recommandations *281*

2.2 L'échelle locale *311*

TROISIÈME PARTIE : POLLUTIONS LUMINEUSES, CONFLITS ET NOUVELLE GOUVERNANCE **335**

CHAPITRE 1 : DE NOUVEAUX ACTEURS EN PLEINE LUMIÈRE 339

1.1 Perception de la nuisance, perception de la pollution *341*

1.2 La mobilisation collective des nouveaux acteurs *375*

CHAPITRE 2 : CONFLITS ET NÉGOCIATIONS : VERS UNE GOUVERNANCE ÉLARGIE ? 391

2.1 Les propositions : zones protégées et réduction de flux *393*

2.2 Conflits, réception et terrains d'entente possibles *417*

CHAPITRE 3 : QUELS MODES DE RÉSOLUTION DES CONFLITS ? 437

3.1 Une résolution par la négociation locale ? *439*

3.2 Une résolution par le Droit ? *453*

CONCLUSION GÉNÉRALE **473**

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes ayant contribué à l'élaboration de cette thèse. Pour leur soutien, leurs conseils, leur collaboration.

Je remercie mon directeur de thèse, Monsieur André Larceneux, pour son encadrement, son accompagnement et son profond humanisme. Je ne lui serai jamais assez reconnaissant de m'avoir permis, par ce thème de recherche, l'exploration d'une géographie sensible.

J'adresse également mes remerciements à toute l'équipe du laboratoire ThéMA de Dijon, et plus particulièrement à Patrick, pour sa disponibilité (même lorsqu'il faut récupérer des données que l'on croit perdues suite à un crash de disque dur !) et son aide précieuse durant les derniers jours de rédaction. Je tiens à remercier tout particulièrement Anne, une collègue mais aussi une amie, pour son soutien, ses encouragements et ses conseils, ainsi que pour toutes les discussions autour de verres ou de cafés. Merci à Valérie et Thomas pour leur accompagnement durant ces quatre années. Je remercie tous mes collègues du Département de Géographie de l'Université de Bourgogne, et plus spécialement Agnès, pour sa bonne humeur omniprésente. Qu'ils soient tous remerciés également pour l'enseignement reçu au sein de l'Université de Bourgogne depuis dix ans. Merci à Guillaume, pour son soutien et sa présence au laboratoire (maintenant c'est à ton tour !) Un grand merci à Dominique, photographe de l'Université de Bourgogne, tant pour son amitié que pour sa précieuse aide technique, sans laquelle ce travail n'aurait pu bénéficier d'autant d'illustrations.

Je remercie toutes les personnes rencontrées dans le cadre de leurs activités – professionnelles ou associatives – et qui ont accepté de partager leur connaissance de l'éclairage au travers d'entretiens ou de réunions. Je remercie tout particulièrement l'ensemble des personnels du SYDESL (particulièrement Philippe de Pasquale) et du SICECO (particulièrement Jean-Michel Jeannin), de l'entreprise WE-EF, ainsi que les membres de l'ANPCEN (je remercie particulièrement Paul Blu, son président, pour les trois jours d'entretiens et de réunions qu'il a bien voulu m'accorder dès la première année de ce travail) et tous les astronomes amateurs et professionnels avec qui j'ai pu échanger sur la nuit et la lumière. Je remercie également Florent Lamiot, d'une part d'être un inlassable défenseur non pas seulement du ciel étoilé, mais bien des écosystèmes et paysages

nocturnes dans leur ensemble, et d'autre part pour ses vifs encouragements dans mon travail. Je remercie la SAB (et particulièrement Éric Chariot, son président) pour la co-organisation, avec le SICECO et ThéMA, de la table ronde en direction des élus en avril 2009. Élus que je remercie de s'être toujours rendus disponibles afin de m'aider à mieux cerner ce qu'est, pour eux, le service public de l'éclairage. Enfin, je tiens à remercier plus particulièrement Pierre Causeret, pour son intarissable et magistral travail de vulgarisation visant à favoriser l'accès de *tous* aux mathématiques, à l'astronomie et, plus généralement, à la culture scientifique. Qu'il soit chaleureusement remercier pour ce travail, toujours mené dans la discrétion, dans la plus grande humilité et avec humanisme. Cette thèse n'aurait peut-être jamais été entreprise sans son soutien continu et ses enseignements scientifiques, reçus depuis maintenant près de quinze ans.

Je tiens à remercier ici mes amis, pour leur indéfectible soutien et pour tous les moments de détente qu'ils m'ont offerts. Merci, donc, à Aurore, Sabine, Louise, Romain, Nastasia, Manu, Coralie et Léa. Merci d'avoir permis un rapprochement manifeste (!) entre histoire et géographie, toujours dans la bonne humeur… Vous savez toute l'affection que je vous porte, même si la géographie n'a pas toujours été votre tasse de thé ! Un grand merci à Pauline pour son amitié fidèle (et pour son accueil lyonnais pour LumiVille et la Fête des Lumières !), ainsi qu'à Camille pour son soutien tout au long de ces quatre années. Merci à Laureen, Mathilde, Cédric, Agathe, Colette et Johann pour les après-midis sur les falaises et les soirées à l'Auditorium ou… dans les bars ! Encore merci, Johann, de n'avoir jamais lâché la corde et de m'avoir accompagné photographiquement dans ce travail… Merci à toi ! Merci à Nicolas (bon retour dans la recherche !), Frédéric et Cédric. Je remercie particulièrement Zéphyr (c'est promis, la prochaine fois je monte sur le dada !), Vic (tu m'excuseras de ne pas avoir mis ta photo en couverture ?) et Mini-toutou (!) pour leur soutien à distance. Et puis… et puis, bien sûr, mes remerciements les plus chaleureux à celle qui m'accompagne et me soutient depuis mon entrée à l'Université… Merci, Carole !

Enfin, je tiens à remercier très chaleureusement ma famille, qui a eu à supporter mon stress et mes angoisses tout au long de la réalisation de ce travail, et sans qui cette thèse ne serait arrivée à sa forme finale. Je remercie mes sœurs et mes parents pour leur soutien, leurs encouragements, leurs conseils et leur relecture attentive. Je tiens à remercier particulièrement mon père, pour son aide précieuse durant les derniers jours, pour le temps passé à la mise en forme du document final. À vous, mon plus grand merci !

« SAUVER LA NUIT »

Empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« Lorsqu'il fait grand jour, les mathématiciens vérifient leurs équations et leurs preuves, retournant chaque pierre dans leur quête de rigueur. Mais quand vient la nuit que baigne la pleine lune, ils rêvent, flottant parmi les étoiles et s'émerveillant au miracle des cieux. C'est là qu'ils sont inspirés. Il n'y a sans le rêve ni art, ni mathématiques, ni vie. »

Rêves, Michael Atiyah

Un projet lumière aux bénéfices reconnus

L'éclairage nocturne des villes tel qu'il se présente aujourd'hui est l'héritier d'une évolution historique participant d'un véritable « projet lumière ». Des premiers « pots-à-feu » dont le Prévôt de Paris ordonne, sous Saint Louis, l'installation sur chaque façade, aux luminaires constitués de plusieurs dizaines de diodes électroluminescentes faisant actuellement leur arrivée dans les dispositifs d'éclairage public, le projet lumière accompagne – et même symbolise – la fabrique toujours renouvelée de la ville et de l'urbain. Le projet lumière bénéficie, dès son apparition, d'une grande adhésion : il extrait la ville nocturne des ténèbres en amenant sécurité et, très vite, esthétisme. Ces deux pôles magnétiques ont en effet toujours orienté les politiques en matière d'éclairage[1], de la volonté de corriger formellement le désordre de la ville médiévale aux principes de la prévention situationnelle des années 1990[2], de la mise en valeur des perspectives haussmanniennes du XIX^{e} siècle aux mises en lumière actuelles de toute place ou monument historique.

Depuis les années 1980, les fonctions attribuées à l'éclairage de la ville ont été formalisées, en même temps qu'elles ont évolué. Cantonnée, entre 1930 et 1980, à l'accompagnement de la conception fonctionnaliste d'une ville soumise à une voirie devant permettre la vitesse automobile, la lumière artificielle a peu à peu gagné en considérations « qualitatives ». Les « concepteurs lumière » font leur apparition dans le jeu des acteurs gravitant autour de l'éclairage ; la pratique se professionnalise dans les années 1990 et a, depuis 1995, son association[3]. Acteur de premier ordre de ces changements, le concepteur lumière Roger Narboni a pu écrire ainsi en 1994 que « Le terme même d'éclairage (d'éclairer, rendre

1 DELEUIL J.-M. et TOUSSAINT J.-Y., 2000, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 52-58.

2 MOSSER S. et DEVARS J.-P., 2000, « Quel droit de cité pour l'éclairage urbain ? », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 63-72.

3 L'ACE, « Association des Concepteurs lumière et Éclairagistes (loi 1901). Jusqu'à sa création, le milieu de l'éclairage était surtout structuré autour de l'Association Française d'Éclairage, portée principalement par les fabricants et orientée vers les problématiques techniques (matériel, recommandations, normalisation). », in FIORI S., 2000, « Réinvestir l'espace nocturne : les concepteurs lumière », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 73-80.

clair), trop restrictif, laisse progressivement place à celui de lumière urbaine »[4]. Cette « lumière urbaine », dans un contexte de concurrence grandissante des villes entre elles, a tout d'abord mis en valeur le patrimoine architectural (monuments historiques, ouvrages d'art), à l'aide de plans lumière. Mais rapidement, ces dimensions qualitatives sont entrées en conflit avec les niveaux lumineux utilisés pour l'éclairage de voirie ; la formalisation de l'utilisation de la lumière urbaine prend alors le chemin des Schémas Directeurs d'Aménagement Lumière, établis de concert pour l'éclairage patrimonial *et* l'éclairage viaire, en tenant compte des contextes historiques, géographiques, économiques et sociaux de la ville dans son ensemble :

> « Pour des raisons historiques et d'évolution de la forme urbaine, le périmètre de réflexion de cette étude [le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière des quartiers de la couronne parisienne] s'est parfois étendu en profondeur vers le centre-ville parisien jusqu'au tracé de l'ancienne enceinte des Fermiers généraux. De plus, dans les propositions, la proximité des communes riveraines de paris et la perméabilité vers celles-ci ont été une préoccupation constante pour les concepteurs. »[5]

La lumière de la ville participe donc désormais de la recomposition des territoires, de la mise en valeur de quartiers entiers, avec les exigences grandissantes de respect d'un paysage urbain dans sa globalité et de prise en compte des différents usagers – et donc des différents usages – des espaces publics. Pour autant, ces nouvelles fonctions « promotionnelles » de la lumière artificielle n'ont pas totalement remplacé ses fonctions de sécurisation, mais sont venues s'y surimposer. Aussi, des expressions telles que « niveaux lumineux minimum à maintenir sur la chaussée », « luminance moyenne des routes » et « coefficient d'uniformité » constituent souvent, encore aujourd'hui, les fondements de l'éclairage public de voiries. Si l'on peut véritablement parler de « mise en lumière » pour les façades des centres-villes (et, de façon plus sporadique, pour quelques quartiers périphériques), il n'en reste pas moins que la logique fonctionnaliste attribuant à l'éclairage public un rôle de facilitation de la vitesse et des déplacements est encore bien présente dans de nombreuses zones de la ville. Ainsi des zones commerciales où l'éclairage public doit « donner de la voix » pour marquer son empreinte parmi un brouhaha de néons enchevêtrés ; ainsi également des grandes voiries périurbaines qui les desservent, ceinturant la ville de sodium ; ainsi, enfin, de certains lotissements où les rues, bordées de maisons « sur catalogue », sont densément plantées de luminaires aux photométries discutables.

Par ailleurs, la fonction première de la lumière dans la ville est encore présente dans les politiques d'éclairage. Sa fonction de contrôle a certes évolué, mais n'en reste pas moins prégnante, et revêt parfois les atours des théories anglo-saxonnes de l'espace défendable[6],

4 NARBONI R., 1997, *La lumière urbaine : éclairer les espaces publics*, Paris, Le Moniteur, p. 44.

5 NARBONI R., 2009, « Le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière des quartiers de la couronne parisienne ». DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), *Éclairer la ville autrement. Innovations et expérimentations en éclairage public*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. 104-122, p. 105.

6 NEWMAN O., 1972, *Defensible Space : Crime Prevention Through Urban Design*, New-York, Macmillan.

servant ainsi une prévention situationnelle[7]. L'éclairage permet en effet la reconnaissance, l'échange, le « contrôle social » en augmentant notre distance d'identification. Il doit également, désormais, permettre l'identification grâce aux caméras de vidéosurveillance. Ainsi, même si les dogmes fonctionnalistes faisant de l'éclairage public un des facteurs les plus importants de la baisse de la délinquance et de la criminalité ont été dépassés, sa fonction de sécurisation des espaces reste importante, notamment pour les élus locaux dans un contexte très actuel de « judiciarisation »[8] de leur fonction.

Les coûts de la lumière : nuisances, pollutions ?

Si les apports de la lumière artificielle sont indéniables en termes de commodité, de sécurisation et d'esthétisme urbain, la diversité des impacts négatifs se manifeste dans des champs multiples, de l'astronomie à l'écologie ou l'économie en passant par la santé.

Pour les astronomes – amateurs comme professionnels – l'éclairage artificiel, en augmentant la luminosité du « fond du ciel » [9], dégrade la vision des objets faiblement lumineux que sont les étoiles, nébuleuses, amas stellaires et autres galaxies en diminuant les contrastes. La lumière artificielle entre ainsi en concurrence avec la lumière naturelle – dans l'acception très large du physicien, pour qui toute onde électromagnétique est de la « lumière » –, principal objet que l'astrophysicien décortique, décompose en de multiples spectres afin de connaître distance, vitesse, masse et composition des objets lointains. L'astronome amateur – qui parfois participe à des programmes de recherche en lien avec l'astronome professionnel (recherche et suivi, sur le long terme, d'astéroïdes ou de comètes, par exemple) – se voit obligé de s'extraire toujours plus loin des zones urbanisées pour pratiquer son activité. Mais au-delà de ces impacts sectoriels, c'est bien l'ensemble de la population des pays industrialisés qui se trouve privé de la vision du ciel nocturne, ressource scientifique certes, mais également historique, littéraire, philosophique, religieuse, paysagère et artistique. La lumière artificielle restreint ainsi l'accès à une ressource culturelle et scientifique – les deux allant de pair – des plus importantes.

Les coûts écologiques de la lumière artificielle ont commencé à être étudiés essentiellement dans les années 1980 et 1990, durant lesquelles différents effets et impacts ont été mis en évidence[10]. Les écologues montrent ainsi comment la lumière « fascine » certaines espèces animales – dites photophiles – et en repousse d'autres – les espèces photophobes. Pour les

---

7 MOSSER S., 2007, « Eclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, n° 31, p. 77-100.

8 KALUSZYNSKI M., 2006, « La judiciarisation de la société et du politique », *Face à la judiciarisation de la société, les réponses de la Protection Juridique*, actes du colloque RIAD - Association Internationale de l'Assurance de Protection Juridique, 21-22 septembre 2006, Paris.
Pour une discussion de la judiciarisation du politique : ROUSSEL V., 2003, « La politique saisie par le droit. La judiciarisation du politique, réalités et faux semblants », *Mouvements*, n° 29, p. 12-18.

9 NARISADA K. et SCHREUDER D., 2004, *Light Pollution Handbook*, Astrophysics and Space Science Library, Berlin/New-York/London, Springer.

10 Pour une revue détaillée des différents effets et impacts écologiques de la lumière artificielle :
RICH C. et LONGCORE T. (sous la dir. de), 2006, *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Washington, Island Press.
SCHELING L., 2007, « Ecological Consequences of Artificial Night Lighting », *Natural Areas Journal*, vol. 27, n° 3, p. 281-282.

espèces photophiles (cas de nombreux insectes comme, par exemple, les papillons de nuit), les luminaires constituent de véritables pièges dans lesquels elles s'enferment, tournoyant sous le flux lumineux jusqu'à épuisement. Les espèces photophobes, elles, fuient la lumière, de jour comme de nuit : elles vivent dans les anfractuosités, le sous-sol, sous le couvert d'un tapis de bois mort, de feuilles, de mousses ou sous les écorces. L'introduction de lumière artificielle dans ou aux abords de leur niche écologique entraine inéluctablement leur désertion, participant ainsi de l'appauvrissement écologique du milieu. Des effets sont également montrés sur les comportements intra et/ou interspécifiques, notamment en ce qui concerne la prédation (déséquilibres entre certaines espèces) et la reproduction (dérangements communicationnels). De part les jeux systémiques, ces effets impactent les espèces et la biodiversité sur des échelles de temps et d'espace variées, allant des plus fines (niches très localisées) aux plus larges (tâches d'habitats et grands corridors biologiques). Des impacts sont ainsi relevés sur des espèces n'étant pas directement soumises aux effets de la lumière artificielle, comme la perte d'une ressource pour un prédateur « spécialisé », ou la disparition en un lieu d'insectes pollinisateurs impactant la diversité floristique.

Enfin, les effets et impacts les plus récemment mis en évidence par la recherche relèvent de la santé. L'alternance naturelle du jour et de la nuit est le premier « donneur de temps » pour l'horloge interne de l'Homme. Ce synchronisateur exogène régule fortement la rythmicité circadienne (soit d'environ 24 heures – du latin *circa*, environ, et *diem*, jour) de sécrétion de plusieurs hormones, et notamment de la mélatonine. Cette hormone, dont la sécrétion est enclenchée par l'entrant nocturne, est dite « chronobiotique », entrainant à sa suite de nombreuses fonctions métaboliques telles que la régulation des cycles veille-sommeil, de la sécrétion de cortisol ou de la température corporelle nocturne. Une désynchronisation de la sécrétion de mélatonine peut ainsi générer stress, fatigue, dégradation de la qualité du sommeil, irritabilité ou troubles de l'appétit. Enfin, la bonne qualité de la rythmicité circadienne de sécrétion de la mélatonine pourrait avoir comme effet de freiner l'apparition de certains cancers. Ce champ exploratoire, initié sous des niveaux d'éclairement intensifs, tend actuellement à se diriger vers l'étude des effets et impacts sanitaires de niveaux d'éclairement faibles. Soit directement par la recherche de corrélations – qui ne sauraient constituer à elles-seules une relation dose-effets entre lumière artificielle et cancers – entre l'intensité de l'éclairage public et la distribution spatiale des cas de certains cancers[11], soit par le biais d'expérimentations en laboratoire[12].

Comment nommer ces différents coûts de la lumière artificielle ? Un débat sémantique s'est très rapidement installé – souvent sans demi-mesure – entre les tenants d'une appellation globale et radicale, recouvrant tous ces effets et impacts sous la terminologie unique de « pollution lumineuse », et certains acteurs issus de l'éclairagisme qui refusent

[11] KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G. et PORTNOV B.A., 2009, « Global co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men », *Chronobiology International*, vol. 26, n° 1, p. 108-125.
KLOOG I., STEVENS R.G., HAIM A. et PORTNOV B.A., 2010, « Nighttime light level co-distributes with breast cancer incidence worldwide », *Cancer Causes Control*, article sous presse.

[12] SHUBONI D. et YAN L., 2010, « Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system », *Neuroscience*, article sous presse.

catégoriquement de voir dans la lumière un facteur de pollution, limitant ainsi ses coûts à des « nuisances »[13]. Nous montrerons dans ce travail, à l'aide d'outils conceptuels de l'économie de l'environnement, que la lumière artificielle est à considérer comme nuisance vis-à-vis de la perte de vision du ciel nocturne, et comme pollution vis-à-vis des écosystèmes et de la santé. En effet, la lumière artificielle ne dégrade pas à proprement parler le ciel étoilé mais son accessibilité ; celle-ci se trouve améliorée de façon quasi instantanée en cas de réduction des niveaux d'éclairement. Concernant l'environnement et la santé, la lumière artificielle constitue par contre un réel altéragène dégradant l'actif environnemental qu'est le noir. La perte de qualité de cet actif génère ainsi l'appauvrissement des milieux (désertion de niches, modifications des équilibres intra et interspécifiques, perte de biodiversité) ou, du point de vue de la santé, la perturbation de plusieurs fonctions métaboliques par le biais de désynchronisations hormonales. Pour contrecarrer ces impacts, une dépollution est alors nécessaire : par le traitement de la source de pollution, mais également par des actions plus larges spatialement et temporellement (réintroduction d'espèces dans certains milieux dégradés, ou encore traitement médical visant à resynchroniser, chez l'Homme, la rythmicité circadienne).

Des mouvements de contestation visant à « Sauver la nuit »

Suite à la prise de conscience des ces coûts et à leur intégration dans les différents champs de recherche, des mouvements contestant la prégnance de la lumière artificielle ont émergé. D'abord portée par les astronomes professionnels et amateurs – premiers observateurs d'une augmentation, en taille et en intensité, des halos lumineux surplombant les villes –, cette contestation s'est étendue rapidement aux écologues puis aux médecins qui, alertés par les impacts sur le ciel nocturne, questionnent à leur tour des effets de la lumière artificielle. Les structures fondées autour de la « protection du ciel nocturne »[14] émanent toutes d'associations d'astronomes amateurs et, très vite – et malgré leur ouverture grandissante sur les questions d'écologie et de santé –, cette particularité constituera aux yeux des acteurs institutionnels de l'éclairage public, leur « péché originel ». Ces associations sont rejointes aujourd'hui par des acteurs parfois « inattendus » ou « inespérés » : des personnes sensibles aux impacts paysagers et énergétiques engendrés par l'utilisation de lumière artificielle sillonnent en « clans », depuis peu, les rues des grandes villes, faisant jouer les interrupteurs de sécurité des enseignes lumineuses faites de néons. Ils entendent ainsi lutter contre la défiguration du paysage urbain nocturne et

[13] Nous faisons ici référence au titre du guide 2006 édité par l'Association Française de l'Éclairage (AFE), *Les nuisances dues à la lumière*, et à sa préface dans laquelle Christian Remande, expert AFE, affirme que « La lumière ne pollue pas, la lumière est invisible mais la lumière peut générer des nuisances qu'il y a lieu de ne pas occulter aujourd'hui où elle symbolise à la fois la sécurité, le progrès, l'avancée technologique et spirituelle, l'humanisme. »
AFE, 2006, « Pollution ou nuisances lumineuses ? », *Éclairages extérieurs. Les nuisances dues à la lumière. Guide 2006*, Paris, LUX, préface, p. 5.

[14] Nous faisons ici référence aux différentes structures s'étant données en France cette vocation ; à savoir, tour à tour, le Centre de Protection du Ciel Nocturne (CPCN), le Comité National de Protection du Ciel Nocturne (CNPCN), l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN) et, aujourd'hui, l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN).

pointer du doigt une dépense énergétique inutile. Enfin, quelques concepteurs lumière questionnent également, depuis quelques années, les niveaux d'éclairement en usage dans la ville. La mise en valeur nocturne de bâtiments – si elle se fait par la lumière – a néanmoins besoin d'ombre et de nuances pour être véritablement esthétique et ne pas participer d'une surenchère lumineuse projetant uniformément un à-plat couleur sodium. Par exemple, le concepteur lumière Yann Kersalé ouvre des perspectives en parlant d'une « sodiumisation » des monuments historiques et dénonçant l'imposition fréquente de niveaux d'éclairement lors de la réalisation de « scénographies lumière » :

> « Dans une ville, si vous voulez réaliser un éclairage dans une zone publique, on vous impose automatiquement 40 lux au mètre carré. On est carrément dans la surexposition ! […] La plupart du temps, on conçoit [la mise en valeur patrimoniale] comme la décoration d'un appartement petit-bourgeois. C'est dramatique ! »[15]

Toutes ces contestations, en interrogeant notre utilisation de la lumière artificielle et donc notre rapport à la nuit, nous amènent à questionner la nécessité et la faisabilité de leurs revendications : faut-il, et peut-on porter le projet de « Sauver la nuit » ?

Plan de ce travail

Le présent travail se propose tout d'abord, dans sa première partie, de mettre en avant l'ambiguïté des relations que l'Homme occidental entretient avec la nuit et le noir dans son ensemble, afin de mettre en relief la symbolique de la lumière et, par là même, de l'éclairage artificiel dans la ville. Mais il s'agit aussi d'évaluer les impacts négatifs de la lumière artificielle.

Nous analysons en deuxième partie, après l'avoir définie, la notion d'empreinte lumineuse, soulignant ainsi sa nécessaire approche multiscalaire, tant dans ses morphologies que dans ses effets et impacts. Pour mieux appréhender la fabrique territoriale des empreintes lumineuses, il nous faut ensuite analyser les jeux d'acteurs – parfois complexes, et eux aussi d'échelles variées – dont elle découle.

La troisième partie de ce travail, après avoir cerné le noir et le ciel étoilé comme biens environnementaux, analyse leur saisie par de nouveaux acteurs ayant la volonté de « porter la nuit » auprès des décideurs et du législateur. L'analyse des propositions faites par ces nouveaux acteurs permet de mettre en avant les aspects positifs de leur projet, mais aussi la conflictualité qui jalonne son histoire. Néanmoins, les nécessaires économies d'énergies influencent aujourd'hui grandement les débats, permettant d'entrevoir une possible réduction des nuisances et pollutions lumineuses. Nous nous interrogeons ainsi, pour finir, sur les possibilités de résolution des conflits offertes par la négociation locale et par le droit.

---

[15] KERSALE Y., propos rapportés par GENIES B., 2001, « L'hommetorche », *Le nouvel Observateur*, n° 1911, article disponible en ligne, dernière consultation le 30 août 2010.
URL : http://hebdo.nouvelobs.com/sommaire/arts-spectacles/031930/l-hommetorche.html

PREMIÈRE PARTIE :

OMBRE ET LUMIÈRE

Introduction

> « La nuit est au jour ce que le dos est au visage. Elle réclame au peintre ou à l'homme de théâtre de se détourner afin d'accéder à l'autre côté, rebelle au règne conventionnel du visage et du jour car la nuit, comme le dit Goethe, est la « face étrangère du jour ». La nuit est un envers et un contraire. Elle entre dans la problématique de la contradiction, de l'opposition, de la perdition. Alors que le jour établit l'homme dans un ordre social, la nuit place l'être du côté de l'essence. Elle l'entraîne au-delà d'une identité bien déterminée, dans l'informel et le mouvant. Il se trouve plongé au cœur de la nuit qui ne bat pas au même rythme pour tous car la nuit dissocie les êtres. S'engager sur le chemin de la nuit, c'est se laisser emporter par l'excès, par l'oubli des normes en vigueur, des interdits et des contraintes car, selon Marguerite Duras, « La nuit tout est plus vrai. » La nuit, c'est le jour vu de dos. »[16]

Les mots de Georges Banu nous plongent dans l'ambigüité de la nuit, espace-temps exerçant une attraction sur les uns, une répulsion sur les autres ou, plus souvent, un savant mélange de ces deux forces, menant ainsi nos sociétés occidentales à des réactions quasi schizophréniques face à cet « objet » aux contours de plus en plus difficilement saisissables. Le premier chapitre de cette partie explore ainsi ces différentes facettes de cette nuit qui nous fait entrer tout à la fois dans nos peurs et dans la transgression, dans une impression de liberté accrue et dans une demande forte de surveillance. Mais lorsqu'on l'observe plus avant, celle que l'on croyait libératrice s'avère parfois fortement discriminante. De nombreuses pratiques artistiques nous montrent pourtant bien une nuit décuplant l'inspiration, favorisant par exemple la création et l'écoute musicale, l'écriture ou encore le questionnement personnel – et donc différenciateur – face à l'inconnu. Elle est aussi une confrontation à l'« infini » pour qui porte son regard en direction de la voûte céleste. Il n'en reste pas moins que ces pratiques individualistes ou transgressives sont tolérées mais « dans la marge »[17], car osant s'opposer aux mythologies préférant la lumière aux ténèbres, la vie à la mort, le Bien à la « Chute »[18] originelle, le Savoir des Lumières à l'obscurantisme de la scolastique médiévale.

---

[16] BANU G., 2005, *Nocturnes, peindre la nuit, jouer dans le noir*, Paris, Biro, quatrième de couverture.

[17] Nous faisons ici référence au texte de Léo Ferré, « La marge » (1982, album *Ludwig - L'imaginaire - Le bateau ivre*).

[18] CHOPINEAU J., 2003, « Genèse. Les premiers chapitres de la Bible… Récit de la "Chute" », site Web *Bible et Libertés*, dernière consultation le 25 août 2010. URL : http://prolib.net/pierre_bailleux/bible/217.003.chute.chop.htm

Cette dualité, encore présente aujourd'hui au travers de discours politiques et médiatiques donnant à la nuit un rôle d'acteur principal dans l'insécurité[19], a toujours poussé les pouvoirs à surveiller cet espace-temps et, avec l'avènement des technologies de l'éclairage, à l'éclairer pour ne pas le laisser échapper à l'ordre. Le deuxième chapitre rappelle ainsi – à la suite de nombreux auteurs – comment, partant d'une volonté de soumission de la rue à l'ordre étatique, l'éclairage artificiel de nos villes a évolué dans ses formes (mise en réseau des luminaires) mais aussi – surtout – dans ses fonctions. La lumière artificielle a ainsi accompagné les différentes conceptions de la fabrique de la ville, de l'éclairagisme devant permettre et sécuriser la vitesse dans la ville automobile aux pratiques récentes des plans lumière et autres Schémas Directeurs d'Aménagement Lumière (SDAL) devant recomposer et promouvoir les espaces urbains. On constate aussi la réémergence toute relative de son rôle de sécurisation des espaces dans les politiques de prévention situationnelle.

Mais la plupart des activités humaines nocturnes sont aujourd'hui dépendantes de cette lumière artificielle : elle offre certainement des bénéfices en termes de sécurisation des déplacements, de mise en valeur du patrimoine bâti, d'image de marque de la ville, de plaisirs à arpenter des rues aux ambiances lumineuses agréables. Mais ses coûts et nuisances qui se font jour ne doivent pas être occultés. Notre troisième chapitre cherche ainsi à mettre en avant les différents effets et impacts négatifs de l'éclairage artificiel nocturne, qu'ils soient socioculturels (perte du lien avec le ciel nocturne comme élément paysager fort et ressource culturelle comme scientifique), écologiques (effets et impacts sur différents comportements de nombreuses espèces animales) ou sanitaires (perturbations chronobiologiques et liens à l'étude entre lumière et carcinogenèse).

[19] Nicolas Sarkozy, Président de la République, s'adressant le 8 juillet 2010 aux Préfets dans le cadre de sa politique de réduction de la délinquance, déclarait ainsi « je veux vous voir la nuit dehors avec les troupes, avec les gendarmes, avec les policiers, et puis régulièrement ! » (Propos relatés dans *Le Monde* du 27 juillet 2010). Le problème de l'insécurité ne serait-il donc posé que la nuit, et donc peut-être que *par* la nuit ?

CHAPITRE 1 :

L'HOMME OCCIDENTAL ET LA NUIT

« Sois sage, ô ma Douleur, et tiens-toi plus tranquille.
Tu réclamais le Soir ; il descend ; le voici :
Une atmosphère obscure enveloppe la ville,
Aux uns portant la paix, aux autres le souci. »

Recueillement, Charles Baudelaire

1.1 UNE RELATION AMBIVALENTE

1.1.1 Des peurs enfantines aux cauchemars adultes

1.1.1.1 Nuit et rêves

Le premier contact conscient avec la nuit est établi dès la petite enfance. Avec lui, les premières peurs – les cauchemars et autres parasomnies – voire même les terreurs nocturnes, assaillent le nourrisson. Pour ces dernières, les spécialistes parleront de « manifestations paroxystiques nocturnes non épileptiques » pour en établir un diagnostic, mais nous nous attacherons ici davantage à traiter de ce qui est communément regroupé sous le terme « cauchemar », dont le nourrisson, le bébé ou l'enfant garde des souvenirs. Ce sont les souvenirs de ces cauchemars qui vont lui servir à créer tout un pan d'imaginaire qui lui sera propre, à partir d'éléments plus ou moins traumatisants accumulés au cours de la journée et profondément intégrés. Tous les contes pour enfants regorgent de personnages effrayants et autres animaux fabuleux tout droit sortis de ces cauchemars : loup-garou, diable, démons, vampires et autres sorciers ou dragons sont autant de créatures fantastiques qui ont peuplé les cauchemars de chacun de nous. Dans ces mécanismes de peurs et de « rêves à forte charge anxieuse », le nocturne, le noir joue un rôle prépondérant :

> « Mais y'a eu un problème, Antoine y dort avec pas d'veilleuse, et moi je dors avec une veilleuse tu sais, alors j'avais perdu mon doudou et j'ai eu un peu peur » (petit garçon au téléphone avec son père, TGV Dijon-Paris, 19 décembre 2009, 11h57).

La nuit et ses rêves…

Le cauchemar survient au cours du sommeil paradoxal, entre 2 et 5 heures du matin surtout. Ce phénomène parasomnique s'accompagne d'une angoisse importante chez l'enfant, bien qu'étant totalement bénin. Nous ne rentrerons pas ici dans l'explication médicale des différents mécanismes menant à ces « rêves à forte charge anxieuse », les

cauchemars, mais il est cependant nécessaire de se pencher sur la finalité de ces rêves : à quoi servent les rêves ?

« Tant que nous étions sous l'emprise des dieux, nous n'avions aucune raison de nous interroger sur l'utilité de ces activités oniriques »[20] ; ainsi, il faut attendre la fin du XIXe siècle pour que des liens entre rêves et fonctionnement cérébral soient avancés. Depuis les années 1960, les chercheurs – notamment en sciences neurologiques – s'attachent surtout aux fonctions du sommeil paradoxal, sommeil pendant lequel surviennent les rêves, mais ce sans arriver à dégager un support expérimental solide. Il est cependant possible de donner quelques conceptions traditionnelles dont les travaux actuels sont plus ou moins les héritiers.

Le rêve serait tout d'abord un moment de purge du cerveau et de soupape de l'esprit. L'idée de purge est développée dès 1886 par l'allemand W. Robert, pour qui le rêve est l'effet d'un processus somatique d'élimination de pensées étouffées dans l'œuf. Les emprunts à l'imagination qui caractérisent les rêves ne seraient là que pour aider à évacuer les impressions, les pensées non ou mal élaborées qui sont sources de tensions psychiques. Cette notion de mise en scène, avec sa fabrication de l'imagerie onirique, se retrouve dans la théorie de Freud (1899). Durant les années 1980, plusieurs publications reprennent cette idée : pour Crick et Mitchison, « le rêve est un processus d'oubli »[21] ; le sommeil paradoxal isole le réseau neuronal qui est alors purgé des informations parasites. Dans *Die Traumdeutung* (*L'interprétation des rêves,* 1899), Freud conçoit également le rêve comme soupape de l'esprit. L'homme forme en permanence des désirs et des pulsions, inacceptables pour la conscience et donc refoulés par celle-ci. À ces désirs et pulsions correspond une énergie accumulée qui doit être libérée par le cerveau, là encore pour se soulager des tensions psychiques engendrées. Le rêve serait là pour effectuer cette libération en masquant ces désirs et pulsions à l'aide d'une mise en scène de matériaux mnésiques et symboliques. Carl Jung, dans le courant du XXe siècle, parle du rêve comme d'un moyen d'accès à l'inconscient individuel au sein d'un inconscient collectif[22].

Le rêve peut être appréhendé également comme un moyen d'entretenir les circuits neuronaux : Hobson propose que le sommeil paradoxal permet à la fois le repos du système nerveux de la motricité et de l'attention, et l'excitation du système nerveux non fatigable, particulièrement des circuits essentiels ou des circuits peu fréquemment utilisés. Il déroulerait de cette activation la synthèse, par le cortex, des scénarios oniriques. Claparède, en 1905, suggérait déjà que le rêve pourrait être un exercice de création qui permettrait la réactivation de processus mentaux, ainsi que le test de comportements innés ou acquis[23]. Les travaux de Jouvet et Sastre sur « le comportement onirique du chat »[24]

---

[20] PAROT F., 1995, *L'homme qui rêve*, Paris, PUF.

[21] CRICK F. et MITCHISON G., 1983, « The function of dream sleep », *Nature*, n° 304, p. 111-114.

[22] JUNG C.G., 1967, *Ma vie. Souvenirs, rêves et pensées* (titre original allemand : *Erinnerungen, Träume, Gedanken*, publié en 1961). Autobiographie partielle du psychiatre Carl Gustav Jung par Aniéla Jaffé, entreprise en 1957.

[23] CLAPAREDE, E., 1905, « Esquisse d'une biologie du sommeil », *Archives de psychologie*, février-mars.

[24] SASTRE J.-P. et JOUVET M., 1979, « Le comportement onirique du chat », *Physiology & Behavior*, Elsevier.

semblent corroborer les hypothèses de Claparède : le chat, après une lésion du *locus coeruleus a* qui inhibe le système moteur durant le sommeil paradoxal, semble mimer certains comportements instinctifs typiques. En 1991, Jouvet pose sa « théorie de la programmation génétique itérative »[25] ; une des fonctions du sommeil paradoxal serait de réactiver périodiquement certains comportements spécifiques de l'individu. Le rêve aurait donc pour but le maintien d'une individualisation psychologique nécessaire à une diversité naturelle.

A travers certains travaux d'ethnologues il est possible de voir que, pour d'autres populations, les rêves et leur interprétation sont considérés comme des mécanismes d'adaptations psychosociales ou encore comme des rappels à l'ordre. Krippner et Thompson, en étudiant seize tribus indiennes, montrent ainsi comment les rêves sont intégrés aux croyances mais aussi à la réalité : les expériences oniriques sont au moins aussi importantes que celles vécues durant la veille, et l'interprétation collective qui en est faite entretient l'identité culturelle de la tribu[26]. Pour certaines populations africaines de l'ancienne « côte des Esclaves », l'âme humaine doit séjourner dans le « monde de l'origine » avant de pouvoir prendre corps dans le sein de la femme. Ce « monde de l'origine » est situé, symboliquement, dans les entrailles de la Terre. L'âme humaine puise, dans ce creuset de germes d'expériences possibles, un lot de possibilités qui lui sera propre, un patrimoine personnel à faire fructifier, concevant ainsi les grandes lignes de son existence et de sa personnalité future. Le contact avec ce « monde de l'origine », gardien des objets fondamentaux des désirs individuels est perdu à la naissance, et l'âme ne sera heureuse qu'à condition de rester fidèle à ces derniers. Le rêve sera alors l'occasion, pour des protecteurs tels que les ancêtres ou les génies célestes, de rappeler le sujet à l'ordre s'il s'éloigne de la destinée qu'il s'était choisi, et ce afin d'empêcher le malheur d'advenir. Le rêve jouerait donc ici un rôle de régulation des relations entre l'Homme et ses déterminations originelles. Pour l'ethnologue Albert de Surgy, un rapprochement est possible entre la théorie génétique de Jouvet et ces « déterminations originelles »[27].

Moment de purge, soupape de l'esprit, processus d'entretien des circuits neuronaux et des comportements spécifiques, mais également moment de création artistique : les rêves se composent parfois de scènes visuelles ou auditives originales. Hobson défend ainsi l'idée que notre cerveau est artiste, et que le rêve a pour fonction – entre autres – de produire un spectacle fantastique se nourrissant de nos angoisses et de nos fantasmes. Le rêve ne serait peut-être qu'une activité liée à l'absence de contrainte (somatique, cognitive, morale) chez le sujet durant son sommeil.

---

[25] JOUVET M., 1991, « Le sommeil paradoxal : Est-il le gardien de l'individuation psychologique ? », *Canadian Journal of Psychology*, n° 452, p. 148-168.

[26] KRIPPNER S. et THOMPSON A., 1996, « A 10-facet model of dreaming applied to dream practices of sixteen Native American cultural groups », *Dreaming*, n° 6, p. 71-96.

[27] DE SURGY A., 1994, *Nature et fonction des fétiches en Afrique Noire : le cas du Sud-Togo*, Paris, L'Harmattan.

Mais aussi ses cauchemars

Parmi les rêves, le cauchemar – le « mauvais rêve » du langage populaire – se distingue par sa forte charge anxiogène. Toutes les descriptions qui en sont faites dans la littérature font appel aux notions de suffocation, d'état lourd, de poids lourd, de serrement, d'oppression ou encore de forte pression au niveau de la poitrine ou de l'estomac[28]. Assez souvent, il est fait mention de perte de la parole, de la voix[29] mais aussi, à l'inverse, de cris de terreur ou de vocalisations[30]. Dans *Le Horla*, Maupassant décrit ainsi un cauchemar :

> « […] un cauchemar m'étreint ; je sens bien que je suis couché et que je dors… […] je sens aussi que quelqu'un s'approche de moi, me regarde, me palpe, monte sur mon lit, s'agenouille sur ma poitrine […]. Moi je me débats, lié par une impuissance atroce […] j'essaye avec des efforts affreux, en haletant, de rejeter cet être qui m'écrase et qui m'étouffe, – je ne peux pas ! »[31]

Les causes d'un cauchemar peuvent être nombreuses et variées ; parmi celles-ci, nous pouvons citer le stress post-traumatique (le rêveur revit l'événement traumatisant sous forme de reviviscences) ou le stress résultant d'une situation particulière de la vie actuelle du rêveur (examens, faute et perspective d'une punition, etc.) mais, dans la plupart des cas, les cauchemars apparaissent sans cause clairement identifiable en apparence. Ils sont l'expression de conflits internes importants, refoulés par le rêveur : désirs et besoins individuels, obligations et devoirs imposés, buts contradictoires sans arbitrage clair de la part du rêveur[32].

Zlotowicz[33] a étudié la structuration du cauchemar chez l'enfant et montré que celui-ci s'organise de façon hiérarchisée, avec un agresseur dont la sphère d'action se resserre, devenant de plus en plus oppressante au cours du rêve (le « gradient d'intensité » propre au cauchemar) et ne laissant que peu d'échappatoire à sa victime. Il distingue neuf constituants – neuf étapes scéniques – de la structure du cauchemar enfantin que nous donnerons ici à titre indicatif, sans entrer dans leurs détails : l'agresseur fait irruption chez la victime, puis s'approche de la victime pour après la poursuivre ; l'agresseur s'empare de la victime et la transporte dans son repaire ; la victime se libère et d'autres personnes apparaissent alors ; l'agresseur inflige des sévices à la victime et, enfin, la met à mort.

Une peur nécessaire à la construction de tout un imaginaire

L'imaginaire de l'enfant lié au cauchemar tourne autour de deux thèmes qui découlent de la structure de celui-ci, mise en évidence par Zlotowicz[34] : la mort et la chevauchée infernale ; ils sont la traduction des sentiments d'angoisse extrême et d'impuissance à

---

[28] HANON G., 1987, « Le cauchemar : clinique et théories », *Frénésie Histoire Psychiatrie Psychanalyse,* n° 3.
[29] COLLEE M., 1987, *Histoire des maladies mentales*, Paris, PUF.
[30] HANON G., 1987, « Le cauchemar : clinique et théories », *Frénésie Histoire Psychiatrie Psychanalyse,* n° 3.
[31] DE MAUPASSANT G., 1887, *Le Horla*, Paris, Ollendorf, p. 10-11.
[32] BAUMGARTEN A., 2003, *Traumdeutung*, Munich, Bassermann.
[33] ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.
[34] ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.

l'égard d'un agresseur qui prend le sujet comme « monture ». Le rêveur se retrouve pris au piège d'un destin qui n'est plus sous son contrôle, qui est aux mains d'un autre, aux mains de l'Autre.

Tout un ensemble d'animaux, de créatures et de personnes peuple ces cauchemars. Zlotowicz les classe en fonction des actions qu'ils exécutent. Nous nous contenterons ici de décrire succinctement trois catégories récurrentes : les personnes, les animaux et les créatures fantastiques[35].

Les personnes interviennent dans les cauchemars de l'enfant comme victimes, agresseurs ou auxiliaires ; elles sont issues de la famille mais peuvent aussi être inconnues. Souvent reviennent les images du père comme auxiliaire puissant capable de porter secours à la victime ou de s'interposer entre elle et l'agresseur, et de la mère comme auxiliaire pouvant aider la victime (même si régulièrement la mère refuse de répondre à l'appel de la victime ou a, à son tour, besoin d'être secourue).

Les animaux apparaissant dans les cauchemars d'enfants sont variés : tigres, chiens, chats, loups, araignées, guêpes, lézards, requins, baleines, souris, lions, etc. L'animal peut être méchant, ouvrant sa gueule ou menaçant la victime, mais il arrive aussi qu'il soit un auxiliaire s'opposant à l'agresseur. Les animaux ne capturent que rarement la victime, laissant cette tâche aux créatures fantastiques.



Image 1 Illustration de l'ouvrage pour enfants *Le dragon timide*.
Conte de Jindra Strnad, texte de Marie-Claude Reybard, illustration de Marie-José Sacré.
Sous cette planche, le texte dit : « Il courait, il courait, s'enfonçant toujours plus loin dans la forêt. Bientôt, arrivé devant une caverne, il déposa la princesse et put enfin reprendre haleine. »[36]

[35] ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.
[36] REYBARD M.-C. et SACRE M.-J., 1983, *Le dragon timide*, Paris, Cerf, p. 15.

Ces créatures fantastiques diffèrent grandement des simples animaux : elles sont loups-garous, araignées géantes, ogres, sorcières, fées ou lutins maléfiques, dragons, diables ou démons, vampires, « dame blanche » ou encore fantômes. La créature fantastique endosse généralement le rôle de l'agresseur, surgissant dans la chambre puis chevauchant la victime pour l'amener dans son repaire, comme l'illustre l'image 1. C'est bien souvent la créature fantastique qui va marquer de façon la plus prégnante l'enfant à son réveil, et ainsi contribuer à la construction de ce bestiaire imaginaire rempli de symboles nyctomorphes.

C'est ainsi que le nocturne participe de façon primordiale de l'imaginaire : tout phénomène étrange revêt dans ce temps une dimension démesurée et donne à l'imagination matière à naviguer. L'heure de la tombée du jour devient l'heure du « folklore de la peur »[37] : les créatures fantastiques et autres monstres maléfiques s'emparent des corps et des âmes des enfants, suivant inlassablement les mêmes schèmes : surgissement des ténèbres, approche, chevauchée infernale puis sévices, voire mise à mort.

Des personnages peuplant les récits d'enfants, et les récits pour enfants

Les contes et légendes sont de l'imagination brute. Parce qu'ils viennent des plus profondes peurs et passions de l'homme, c'est-à-dire de l'enfance. Trolls, gnomes, sorcières, loups et loups-garous, fées maléfiques, tous ces personnages remplissent les récits que les enfants font de leurs rêves et donc, en retour – et non sans avoir acquis une charge moralisatrice ou initiatique –, remplissent les récits pour enfants. Les contes de Perrault ou des frères Grimm restent certainement les meilleures illustrations que l'on peut en donner, encore aujourd'hui ; en témoignent ces deux extraits, le premier du *Petit Chaperon Rouge* de Perrault, le second de *Hansel et Gretel*, des frères Grimm :

> « Ma mère-grand, que vous avez de grands bras ? C'est pour mieux t'embrasser, ma fille. Ma mère-grand, que vous avez de grandes jambes ? C'est pour mieux courir, mon enfant. Ma mère-grand, que vous avez de grandes oreilles ? C'est pour mieux écouter, mon enfant. Ma mère-grand, que vous avez de grands yeux ? C'est pour mieux voir, mon enfant. Ma mère-grand, que vous avez de grandes dents ? C'est pour te manger. Et en disant ces mots, ce méchant Loup se jeta sur le Petit Chaperon rouge, et la mangea. »

> « La porte, tout à coup, s'ouvrit et une femme, vieille comme les pierres, s'appuyant sur une canne, sortit de la maison. Hansel et Gretel eurent si peur qu'ils laissèrent tomber tout ce qu'ils tenaient dans leurs mains. […] Mais l'amitié de la vieille n'était qu'apparente. En réalité, c'était une méchante sorcière à l'affût des enfants. Elle n'avait construit la maison de pain que pour les attirer. Quand elle en prenait un, elle le tuait, le faisait cuire et le mangeait. Pour elle, c'était alors jour de fête. La sorcière avait les yeux rouges et elle ne voyait pas très clair. Mais elle avait un instinct très sûr, comme les bêtes, et sentait venir de loin les êtres humains. »

[37] DURAND G., 1969, *Les structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris, Bordas.

L'image 2 est une illustration extraite d'*Éloïse et les loups* (Delval et Wensell) dans laquelle on peut lire en face de l'illustration le passage suivant :

> « La nuit est tombée, maintenant. Éloïse s'est endormie de froid dans la forêt de verre. Alors on entend un long cri. Ça fait hou hou hou ! Ce sont les loups… »[38]

Le loup est un des animaux ayant fait couler le plus d'encre dans la littérature pour enfants, son combat symbolisant le combat contre le mal du dehors et le mal intérieur, celui de la volonté contre l'instinct, de la conscience contre l'inconscience. Poizat[39] soutient que cette peur du loup peut fonctionner comme référence mais aussi comme un synthème parce que le loup cristallise, de par ses caractéristiques physiques et son comportement, une peur prégnante et généralisée. Plus justement, il « active des fantasmes » qui seuls peuvent « rendre compte de ce caractère effrayant. »

Poizat[40] écrit encore : « Les témoignages de tout temps et de toute culture sur la peur suscitée par « la voix effrayante » du loup sont légion. C'est justement Buffon, le naturaliste, qui, dans sa description censée être scientifique, parle de cette voix « effrayante » ; est bien sûr rattachée à cette peur, systématiquement qualifiée d'ancestrale, engendrée par le hurlement du loup toute la panoplie de l'étrange : la nuit, le silence, la mort, la sauvagerie ».



Image 2 Illustration extraite d'*Éloïse et les loups*.
Texte de Marie-Hélène Delval, illustrations d'Ulises Wensell[41].

[38] DELVAL M.-H. et WENSELL U., 2003 (dernière édition), *Eloïse et les Loups*, Paris, Bayard.
[39] POIZAT M., 2004, « "L'inquiétante étrangeté" de la voix ou : la voix du loup », *Peurs et terreurs d'enfance - la lettre de l'enfance et de l'adolescence*, n° 56, p. 43-49.
[40] POIZAT M., 2004, « "L'inquiétante étrangeté" de la voix ou : la voix du loup », *Peurs et terreurs d'enfance - la lettre de l'enfance et de l'adolescence*, n° 56, p. 43-49.
[41] DELVAL M.-H. et WENSELL U., 2003 (dernière édition), *Eloïse et les Loups*, Paris, Bayard.

Il n'est pas un conte sans animal personnifié aux intentions tantôt malveillantes, tantôt protectrices, ou sans créature fantastique. Un autre exemple couramment rencontré est le dragon (image 3). Bête nocturne par excellence dont on retrouve des traces de représentations vieilles d'environ 6000 ans dans une tombe néolithique de Xishuipo, site archéologique de la province du Henan, en Chine. Une autre représentation, datée de 500 ans avant notre ère fut découverte sur les murs de la porte d'Ishtar, une des portes de Babylone. On trouve des monstres aux formes semblables dans presque toutes les cultures antiques, et désormais une forme universelle – le reptile ailé crachant du feu, bête nocturne par excellence de la littérature orale[42] – née de la « contamination » de ces mythes entre eux[43].

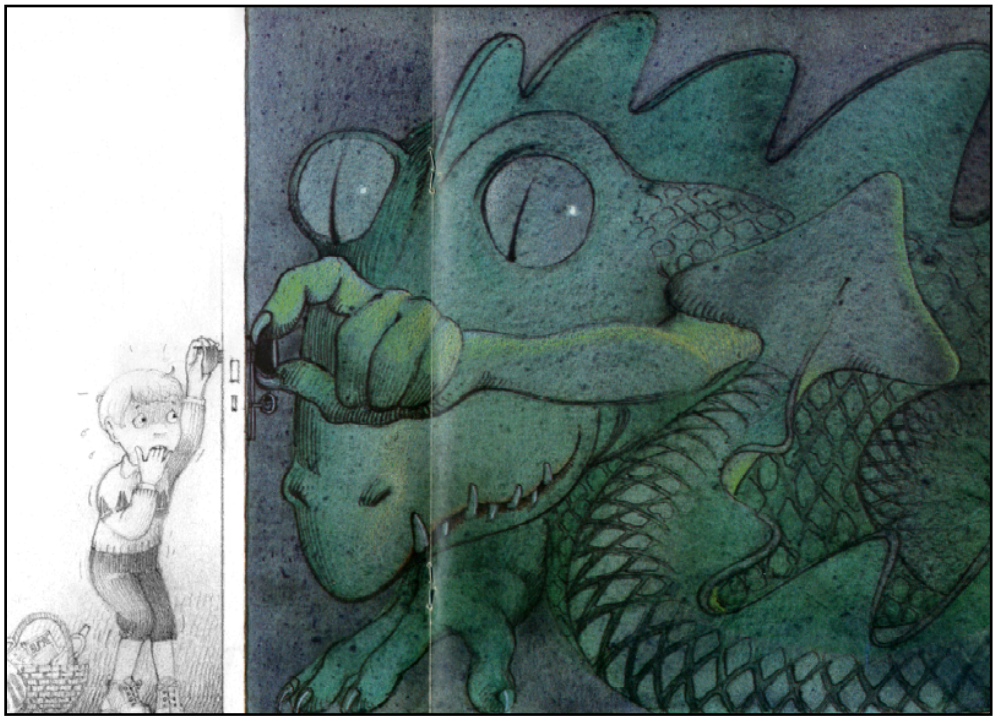


Image 3 Illustration extraite de *Les peurs de Petit-Jean*.
Texte de René Escudié, illustrations de Jean Claverie, paru dans le magazine pour enfants *Les Belles Histoires de Pomme d'Api* de septembre 1982. « Et, derrière la porte, il entend un bruit énorme, des hurlements, des grognements, des halètements. Petit-Jean se dit : - Il y a un monstre derrière la porte, caché dans le noir, j'ai peur ». Sur un feuillet destiné aux parents et déroulant le synopsis de cette histoire, on peut lire : « S'il est des peurs qui détruisent, il en est d'autres aussi qui font grandir. »[44]

Le mot latin *pavor*, du verbe *pavere*, donne le mot peur. Pavor est aussi la déesse de la Peur. Il donne également épouvante, épave, impavide. Panique n'est pas très loin de là. Panique qui vient de Pan, le dieu cornu joueur de flûte, cette flûte avec laquelle on joue une certaine musique qui alerte les bergers autant qu'elle fait fuir les loups. Stress, terme anglais associé à

[42] VAX L., 2002, « Le dragon, bête nocturne dans la littérature orale », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005. Consulté le 31 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index171.html
[43] JONES D.E., 2002, *An Instinct for Dragons*, New York, Routlege.
[44] ESCUDIE R. et CLAVERIE J., 1982, « Les peurs de Petit-Jean », *Les Belles Histoires de Pomme d'Api*, n° 120.

la peur, vient du vieux français *destrece*, qui vient du latin *districtus*, étroit, comme *angus* qui a donné angoisse, angine. Avec stress comme avec angoisse, il est question d'emprunter, la peur au ventre, un passage étroit, comme s'appliquent à le faire quasiment tous les héros des contes, puisque la peur est l'expérience même du passage, épreuve et lieu de grandissement de l'enfant. Avec *pavor nocturnus*, la peur nocturne, les mots touchent au comble de la peur, la pire d'entre toutes, parce que la plus difficile à nommer.

Les livres pour enfants n'ont de cesse d'utiliser ces peurs nées du nocturne et des cauchemars comme point de départ d'histoires fantastiques qui, souvent, ont pour but de démystifier cette nuit anxiogène. Les titres de ces ouvrages sont révélateurs de cette peur du noir et de la nuit, dénominateur commun chez les enfants :

- « *Sous ton lit...* (Bright) : sous ton lit, il y a des choses terribles : des insectes, des bestioles, un dragon, un alligator. Certaines grignotent même leur festin de minuit...
- *Elliot a peur la nuit* (Beck) : Elliot a peur. Dans son lit, la nuit dernière, il a entendu d'étranges bruits...
- *Jérémie-peur-de-rien* (Chapouton) : Jérémie n'a peur de rien, ni des monstres ni des voleurs, mais la nuit, il aime bien que la lumière du couloir reste allumée.
- *Qui a peur la nuit ?* (Duchesne) : tout le monde peut avoir peur, même ceux qui se croient à l'abri. Mais ensemble on réussit à se rassurer. Une fable sur la peur et le courage.
- *Le cauchemar de poche* (Englebert) : tous les soirs, avant de s'endormir, une fillette cherche le cauchemar caché dans sa chambre et le met dans la poche de son papa.
- *Élie n'aime pas la nuit* (Maraval-Hutin) : des fantômes, des monstres, des sorcières... Dès que Maman éteint la lumière, la chambre d'Élie devient une vraie boîte à cauchemars. Mais Élie va prendre son courage à deux mains et partir à la chasse aux monstres.
- *Le crocodile qui croquait les cauchemars* (Sarfati) : quel bonheur de posséder comme Lysandre, un crocodile qui croque les cauchemars. »

Ainsi, les rayons de livres pour enfants regorgent littéralement d'ouvrages ayant pour but de montrer la peur autrement. Avec des mots nouveaux, certes, qui ne sont plus ceux des frères Grimm ou de Perrault, mais souvent avec le souci de rattacher ces mots nouveaux aux anciens. D'hier à aujourd'hui, la contrainte du conte pour enfant n'a que peu changé : livrée à elle seule, la peur peut devenir phobie ou, tout du moins, elle devient sauvage. Mise en mots, elle devient pour l'enfant « quelque chose » identifiable, avec une enveloppe flanquée d'yeux de loup, de mains de géants ou de cornes de diable au-dessus d'oreilles pointues. C'est là le but essentiel des mythes, légendes, contes et autres comptines. Freud illustre ce propos dans ses *Leçons d'introduction à la psychanalyse* de la façon suivante : dans le noir, un petit garçon demande à sa tante de continuer de lui parler. La tante s'étonne de ce que le petit garçon veuille l'entendre alors qu'il ne la voit pas. Le petit garçon répond en substance que, lorsque quelqu'un parle, il fait plus clair.

Le livre pour enfants *Il y a un cauchemar dans mon placard* (Mayer, 1968) a fait le tour du monde :

> « Autrefois, il y avait un cauchemar dans mon placard, aussi, avant d'aller dormir, je fermais soigneusement la porte. Cependant, j'avais encore peur de me retourner et de regarder... Une nuit, j'ai décidé de me débarrasser, une fois pour toutes, de mon cauchemar... »[45]

Avec sa petite carabine, le petit garçon tire sur son cauchemar. Ce dernier est incarné par un visiteur nocturne en forme de monstre, qui se révèle en fait pleurnichard, et pour lequel l'enfant finit par éprouver de la compassion :

> « Alors, je le pris par la main et je l'installai dans le lit... Je suppose qu'il y a un autre cauchemar dans le placard, mais mon lit est vraiment trop petit pour trois... »[46]

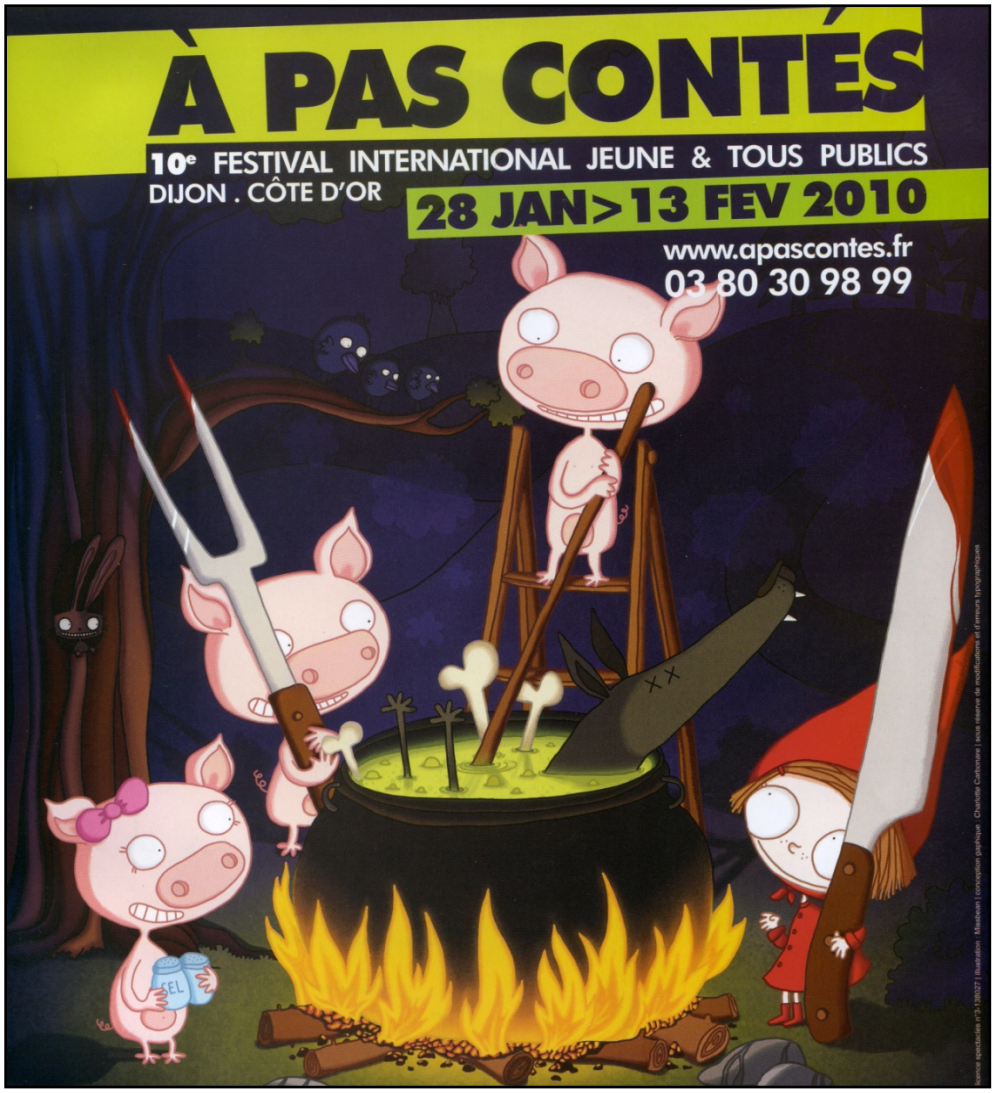


Image 4 Affiche du festival pour enfants *À pas contés* (Dijon, édition 2010).
Affiche reprenant dans un tableau nocturne les personnages du *Petit chaperon rouge* et des *Trois petits cochons*, ceux-ci ayant vaincu le loup – vaincu la peur – et se retrouvant autour d'un feu, autour de la lumière. Illustratrice : Missbean.

[45] MAYER M., 1968, *Il y a un cauchemar dans mon placard*, Paris, Gallimard Jeunesse (2001), quatrième de couverture.
[46] MAYER M., 1968, *Il y a un cauchemar dans mon placard*, Paris, Gallimard Jeunesse (2001), quatrième de couverture.

Stéphanoff, décrit toute cette ambigüité face au noir :

> « "… Et un jour l'enfant qui a peur dans le noir, et qui se rassure en serrant la main de son père, découvre que celui-ci a peur tout autant que lui…" J'étais en fin d'école primaire quand l'institutrice nous fit cette remarque […] Ainsi j'étais la seule à qui cette remarque, faite sur un ton badin, avait produit un tel effet, mélange d'effroi et de stupéfaction. Les parents, figures rassurantes entre toutes (sur le plan imaginaire), pouvaient être, eux aussi, envahis par ces angoisses vertigineuses que je ne connaissais que trop bien et qui constituaient mon folklore de peurs enfantines : aller à la cave, sortir le soir dans l'allée non éclairée, s'endormir dans l'obscurité de la chambre… La peur du noir, cette phobie commune de l'enfance se déploie en une kyrielle de scénarios qui enchevêtrent d'effrayantes éventualités et les moyens d'y remédier (rituels, pensée magique et autres stratégies conjuratoires). Il s'y mêle la peur, la peur de la peur et l'envie d'avoir peur en d'infinis récits intérieurs. »[47]

1.1.1.2 Les peurs adultes

La peur de la nuit apparaît « normale » quand il s'agit d'enfants, mais elle l'est tout autant pour des adultes. Entre les dires populaires et un certain atavisme qui leur est lié, la disparition des principales fonctions cognitives liées à la vue, les actualités faisant la part belle aux faits divers subvenus « dans la nuit » et des séries télévisuelles mettant en scènes des policiers ou détectives agissants principalement « quand toute la ville dort », la nuit reste – même dans l'imaginaire adulte – le moment du risque. Ajoutons à cela des mythes ancestraux qui font du noir la couleur « impure », celle de la chute, de la traîtrise, du complot, et la panoplie des ingrédients de la peur devient complète.

Des sensations confuses qui désorientent

« Ne rentre pas trop tard, surtout ne prend pas froid ». Ces « mots des pauvres gens » que chantait Léo Ferré pourraient traduire la peur des « mauvaises rencontres » qui se trouve décuplée chez la plupart des personnes dès que la nuit tombe, dès qu'est passé le moment « entre chien et loup » et qui pousse tout un chacun à recommander la prudence pour tout déplacement nocturne.

Jean-Jacques Rousseau associe la peur de la nuit – mais certainement pouvons-nous étendre ses réflexions à la peur *dans* la nuit – au ressenti de dangers parfaitement objectifs[48]. Réminiscences des peurs ancestrales de l'Homme qui doit faire face aux bêtes sauvages durant la nuit ? S'il est certain qu'une part non négligeable de cette peur provient de mécanismes psychologiques, physiologiques ou culturels très anciens[49], il n'en reste pas moins que la peur des rues « coupe-gorge », la peur de l'isolement nocturne – car une des clefs de la peur dans la nuit est bien ici – dans une rue ou une ville que l'on ne connaît bien, pour l'avoir arpentée, que sous ses aspects diurnes, est bien réelle.

---

[47] STEPHANOFF M., 2004, « Avoir peur fait-il grandir ? », *Peurs et terreurs d'enfance - la lettre de l'enfance et de l'adolescence*, n° 56, p. 95.

[48] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e siècle*, Paris, Fayard.

[49] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e siècle*, Paris, Fayard, p. 46.

La perte des repères visuels habituels, laissant place à une quasi hyperesthésie auditive, est l'élément le plus déroutant et pouvant engendrer le plus de mal-être, de stress dans la pratique du nocturne, et des événements anodins de jour prennent, de nuit, une toute autre dimension. La nuit noire privant quasiment l'Homme de sa vue, c'est l'ouïe qui devient le premier sens en éveil, amenant une perception de l'espace environnant totalement différente : les distances deviennent plus difficiles à évaluer grâce aux seuls sons, et les sensations confuses désorientent. L'historien nous rappelle l'ancrage de ces peurs nées de perceptions déformées[50] :

> « La nuit donne toujours une dimension autre à la réalité, amplifie un détail ou un incident remémorés, un bruit entendu, un souci à affronter, dans l'esprit de l'individu insomniaque ou réveillé. Ces perceptions essentiellement subjectives, aux interprétations souvent pessimistes ou affligeantes mais éprouvées au cœur de l'intime, transforment la nuit en une sorte de loupe psychologique dont la dramaturgie s'estompera avec le jour. Les malades plus encore que les bien-portants subissent la nuit comme un temps qui les laisse impuissants face à leur(s) douleur(s) et à l'angoisse qui s'y trouve associée[51]. Mais le phénomène ne concerne pas seulement la personne et ses propres troubles. […] il intéresse tout évènement porteur de rupture qui, nocturne, se transforme pour la collectivité comme pour l'individu en une catastrophe d'une toute autre portée. »[52]

Marie-Madeleine Davy[53], citée par Le Breton[54] donne sa vision du rôle des bruits et des sons dans cette désorientation. Sa position peut cependant apparaître comme trop caricaturale, opposant presque une ville tumultueuse mais réconfortante à des ténèbres rurales dans lesquelles remonteraient du plus profond de nous « des bêtes sauvages » :

> « Lorsque l'homme se trouve seul, éloigné du tumulte des villes, écrit Marie-Madeleine Davy, il perçoit les voix des bêtes sauvages qui font en lui litière. Il sursaute en éprouvant une certaine panique difficile à surmonter. En effet, il ignorait nourrir en lui-même les animaux dont il perçoit les clameurs. »[55]

Des préoccupations sécuritaires entretenues

La nuit, on dort ; et si par malheur vous ne dormez pas, cela vous classe. « Minuit, l'heure du crime » : le jour serait du côté de l'ordre, la nuit du côté du catastrophique, de la criminalité, de la délinquance bref, de ces grandes peurs.

Là encore, l'historien rappelle à nous la « concordance des temps » en matière de ressenti collectif face à « la tragédie de l'évènement » nocturne[56]. Mémoires, « Affiches » ou, plus tardivement, périodiques ont gardé traces de catastrophes survenues dans le temps

---

[50] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e siècle*, Paris, Fayard, p. 46.

[51] BURKHARDT A., *Les Clients des saints. Maladies et quête du miracle à travers les procès de canonisation de la première moitié du XVII^e siècle en France*, Rome, École Française de Rome, p. 505-506. Cité par CABANTOUS A., 2009.

[52] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e* siècle, Paris, Fayard, p. 46.

[53] DAVY M.-M., 1984, (3^e édition), *Un itinéraire : à la découverte de l'intériorité*, Paris, Desclée de Brouwer.

[54] LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métaillé.

[55] LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métaillé.

[56] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e* siècle, Paris, Fayard.

nocturne : tremblements de terre, inondations, orages et, plus encore, incendies. Ces événements, lorsqu'ils se produisent de nuit, participent à la rupture du temps théoriquement consacré au sommeil et l'ancrent ainsi dans la catastrophe.

Ces peurs collectives, si elles prennent d'autres formes, sont encore présentes de façon récurrente dans le discours politique, mais aussi – surtout – dans le discours du nouveau média de masse qui a remplacé les « Affiches » ou les périodiques[57]. Car l'un des vecteurs de l'assimilation de la nuit à l'insécurité est bien le fait divers relayé par les médias régionaux ou nationaux. Le braquage a toujours eu lieu « la nuit dernière », les « échauffourées entre jeunes et forces de l'ordre » se sont déroulés « cette nuit », tel violeur ou tel meurtrier a fait une victime « hier soir, tard dans la nuit, alors qu'elle rentrait chez elle ». Le fait que les journaux télévisuels ou radiodiffusés soient essentiellement produits, vus et écoutés durant la journée pousse à la mise en avant de « la nuit » comme décor global, général et quasi acteur de beaucoup de drames sociaux et de faits divers.

Cette mise en scène de la nuit se retrouve bien évidemment dans beaucoup de films, mais plus encore dans les téléfilms de fiction policière – les « polars » et autres téléfilms traitant « d'unités spéciales » de la police criminelle ou du FBI et distillant leur ambiance sécuritaire chaque soir en « *prime time* ». La nuit est actrice des pires crimes, des pires disparitions ; c'est la nuit que le policier ou l'enquêteur de « l'unité spéciale » doute, cherche, enquête avec son équipe et se trouve aux prises avec ses démons intérieurs – qui doivent aussi être ceux de chacun de nous, pour que l'assimilation fonctionne à plein – et avec « ce que l'homme peut faire de pire ».

Le succès de ces productions télévisuelles, dans lesquelles sont omniprésentes la criminalité et l'insécurité n'est pas un hasard. Le spectateur ressent le besoin de se confronter à ses peurs pour se rassurer. Ce sont donc bien des mécanismes de réassurance de la part des personnes qui sont à l'œuvre : le spectateur de ces fictions croit pouvoir appliquer les conseils des « experts du crime et de l'insécurité » lors, par exemple, d'un déplacement dans la ville nocturne, et pense ainsi être mieux prémuni contre les risques.

Mais le bât blesse lorsque l'on compare les « scénarios du pire » de ces téléfilms avec la réalité de la nuit telle qu'elle est. Lors d'un entretien personnel informel avec un commandant de gendarmerie, celui-ci a ainsi résumé ce problème d'une perception de la violence amplifiée et déformée par tout un ensemble médiatique :

> « le meilleur moyen de ne pas penser que la nuit dehors c'est *Règlement de comptes à OK Corral* tous les soirs c'est d'arrêter de regarder TF1 »

On trouve chez Nietzsche les premiers décryptages des pulsions qui poussent l'homme à éprouver plus d'attrait pour ce que représentent chez lui le nocturne, les ténèbres que pour la lumière. En imaginant ou amplifiant un monde pessimiste, noir, effrayant, on alimente

[57] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e^-XVIII^e^* siècle, Paris, Fayard.

un pôle négatif qui s'oppose à notre vie quotidienne, nous permettant de la percevoir comme étant « meilleure ».

L'imaginaire du noir, de la chute aux complots

La couleur noire est fortement associée à des éléments supposés appartenir à l'autre côté du monde, en particulier les ténèbres ; l'origine de cette symbolique réside dans le fait que le noir est la couleur de la nuit, de l'obscurité, du non-vu car du non-visible. La mythologie juive dépeint ainsi Lilith, la Lune Noire, mauvais démon de la nuit, parfaite compagne de Satan et une meurtrière d'enfants. Les messes sont dites « noires » quand elles servent des idoles ou Lucifer, l'Ange Déchu ; quand elles sont traîtrise, complot, désobéissance ou rébellion contre le Dieu de lumière.

Le noir est la couleur de la chute, du péché ayant servi à la justification des thèses racistes. Certaines interprétations du mythe hébreu de l'ivresse de Noé en sont les fondements. Nous lisons ainsi, au chapitre 9 de la Genèse :

> « Noé, le cultivateur, commença de planter la vigne. Ayant bu du vin, il fut enivré et se dénuda à l'intérieur de sa tente. Cham, père de Canaan, vit la nudité de son père et avertit ses deux frères au-dehors. Mais Sem et Japhet prirent le manteau, le mirent tous deux sur leur épaule et, marchant à reculons, couvrirent la nudité de leur père; leurs visages étaient tournés en arrière et ils ne virent pas la nudité de leur père. Lorsque Noé se réveilla de son ivresse, il apprit ce qui lui avait fait son fils le plus jeune. Et il dit : Maudit soit Canaan ! Qu'il soit pour ses frères le dernier des esclaves ! Il dit aussi : Béni soit Yahvé, le Dieu de Sem, et que Canaan soit son esclave ! Que Dieu mette Japhet au large, qu'il habite dans les tentes de Sem, et que Canaan soit son esclave ! Après le déluge, Noé vécut trois cent cinquante ans. Toute la durée de la vie de Noé fut de neuf cent cinquante ans, puis il mourut. » (Genèse, 9:20-29).

La tradition judaïque est riche d'interprétations autour de la faute et la punition de Cham, dont la charge sera portée par sa descendance. Certaines interprétations du Pentateuque vont plus loin, parlant des enfants de Canaan qui naîtront « vilains et noirs ». Graves, Patai et Landais nous livrent ainsi la suivante :

« D'autres disent que Cham émascula lui-même Noé, lequel se réveillant de son sommeil d'homme ivre et réalisant ce qu'on lui avait fait s'écria :

> « Désormais je ne peux plus engendrer les quatre fils dont j'aurais donné l'ordre que les enfants te servent toi et tes frères ! Il faut donc que ce soit Canaan, ton premier, qu'ils prennent pour esclave. Et comme tu m'as rendu incapable de faire de vilaines choses au plus noir de la nuit, les enfants de Canaan naîtront vilains et noirs ! De plus, puisque tu t'es contorsionné pour voir ma nudité, les cheveux de tes petits enfants s'entortilleront jusqu'à devenir crépus, et ils auront les yeux rouges ; en outre, puisque tes lèvres ont plaisanté sur mon infortune, les tiennent vont enfler ; et puisque tu as manqué d'égards pour ma nudité, ils iront tous nus et leur membre viril s'allongera ignominieusement ».

Les hommes de cette race sont appelés nègres ; leur ancêtre Canaan leur commande d'aimer la fornication, de se liguer en haine de leurs maîtres et de ne jamais dire la

vérité. »[58] (Fin de citation). Guinzberg, dans *Les légendes des juifs*[59], montre que les termes utilisés sont parfois moins directs, faisant disparaître la noirceur de la peau et ne parlant que de cheveux bouclés. Les chrétientés européennes ont suivi ce dénigrement (au sens propre de « rendre noir »). La négritude de Cham demeure donc bien constante dans l'exégèse, en dépit des incohérences et des contradictions des différentes interprétations, et survient bien d'une faute commise, d'une chute dans le péché.

Ces fondements négatifs du noir se retrouveront plus tard, au XVIII[e] siècle, dans l'opposition entre les « illuminés » et les Lumières. Car le Siècle des Lumières est aussi un siècle d'occultisme et d'illuminés : en marge des grands philosophes rationalistes, détenteurs du Savoir et de la Raison, se trouve un grand nombre d'irrationalistes, allant « du mystique authentique, comme le théosophe Louis-Claude de Saint-Martin, aux vulgaires charlatans. »[60]. Sociétés secrètes et franc-maçonnerie offriront à ces différentes tendances de la pensée des illuminés un milieu fertile, donnant naissance à l'illuminisme, à l'inspiration divine en réaction au matérialisme des encyclopédistes (voir ci-après). Aujourd'hui encore, les théories du « complot Illuminati » soutiennent la survivance de la « société » des Illuminati et viennent se synthétiser avec les théories faisant de divers groupes des conspirateurs en puissance cherchant la maîtrise du monde et opérant, pour ce faire, dans le noir, cachés dans l'ombre : franc-maçons, juifs, sionistes, grandes organisations internationales, sociétés secrètes, etc.

1.1.2 La nuit, moment de la « dénormalisation » sociale par excellence ?

La nuit, si on la définit en négatif du jour qui est le temps de la majorité des activités, apparaît alors comme un « contre-temps », un creux qui permet la régénération des espaces avant le retour de ces activités effervescentes du jour. C'est bien cette temporalité particulière qui séduit nombre d'usagers de la nuit, notamment en milieu urbain : pratiquant un autre temps, on pratique souvent un autre espace dans lequel chacun a le sentiment d'être maître, ayant ainsi plus de libertés. Deux français sur trois se sentent « plus libres » la nuit[61]. Un sentiment de liberté qui doit beaucoup au simple fait que le temps nocturne est majoritairement un temps en dehors du travail, un temps de plaisirs sans surveillance apparente, le temps des *possibles*, le temps de la libération de la relation à « l'autre ». Cependant, il ne faudrait pas idéaliser cette nuit urbaine : si elle exacerbe les sentiments de liberté et de « dénormalisation », elle n'en reste pas moins ségréguée et ségrégative.

---

[58] GRAVES R., PATAI R. et LANDAIS J.-P., 1987, *Les mythes hébreux*, Paris, Fayard, p. 131-132.
[59] GINZBERG L., 1997, *Les légendes des juifs*, Paris, Cerf/Alain de Rothschild, p. 124.
[60] KANTERS R., 1964, préface de l'ouvrage *Les Illuminés* de DE NERVAL G., Paris, Noé.
[61] OBSERVATOIRE DE LA NUIT, 2006, *L'Observatoire De La Nuit® - Vague 4*.
URL : http://www.prminds.com/pressrelease.php?id=3209

1.1.2.1 La transgression possible des « interdits sociaux »

Un temps majoritairement en dehors du travail

Pour un peu plus de 80 % des salariés la nuit est, de façon pérenne, un des temps qui échappent au travail, avec les week-ends et les périodes de vacances (Conseil Economique et Social Européen, 2010). Pour céder à la nuit il faut, avant toute chose, pouvoir se détacher de l'attraction qu'exerce le travail du lendemain.

Permettons-nous ici une digression sur les nouvelles mutations qui sont en cours aujourd'hui, avec la réduction du temps de travail et la connexion permanente aux réseaux de télécommunications, qui viennent complexifier les relations entre travail, loisir et nuit. Dans le secteur tertiaire, beaucoup d'employés peuvent désormais consulter leurs méls depuis leur domicile ou encore via leur Smartphone offrant une connexion à l'Internet. Où se place alors la frontière entre travail et loisirs quand, de la terrasse d'un bar, à 23 heures, un cadre d'une entreprise consulte sa messagerie électronique ? Les entreprises l'ont bien compris, qui équipent leurs employés de tout l'arsenal d'outils permettant cette connexion permanente : Smartphones, ordinateurs portables, ultra-portables, « clés 3G », etc. Les statistiques sur le temps de travail mises en avant au niveau médiatique ne prennent pas en compte cette intrusion du travail dans le privé (beaucoup plus, on quantifie l'intrusion du privé dans le travail, par le biais du temps passé par un employé sur l'Internet à des fins personnelles). Le fait de réussir la gageure de maintenir une productivité élevée quand la part de temps destinée aux loisirs paraît augmenter chez les salariés doit beaucoup à cette intrusion du temps professionnel dans le temps privé.

La nuit des plaisirs et de la fête sans surveillance : le temps des possibles

Echapper à l'agitation diurne, aux pressions du travail quotidien, profiter des libertés offertes par un espace-temps en creux durant lequel la ville se régénère et se montre sous un autre « jour », telles sont les aspirations des noctambules, ces usagers de ce qu'il est convenu d'appeler « le monde de la nuit ». Cette nuit, qui leur permet de se soustraire à une société qu'ils jugent souvent trop rigide par ses contraintes, ses codes, leur autorise une transgression certaine. Les nuits de fêtes sont un attribut majeur de l'urbanité, occupant une place forte dans la demande du citadin d'aujourd'hui. Cette place est notamment le fait d'évolutions historiques qui ont ancré la nuit dans les références culturelles de nos sociétés occidentales[62].

La nuit, pour être celle de la fête et des plaisirs se doit, dans la quasi totalité des cas, d'être accompagnée d'alcool. Celui-ci participe de la quête de libération, qu'elle soit individuelle ou collective, et sa consommation peut même, dans certains cas, être planifiée, programmée : la raison peut précéder la perte de raison. Guillou[63] met en avant cette programmation dans le phénomène d'alcoolisation appelé « la piste », en Bretagne. Les

[62] CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e* siècle, Paris, Fayard.

[63] GUILLOU A., 2002, « Le voyage au bout de la nuit ou la « piste » en Bretagne », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index169.html

nuits alcoolisées débutent souvent au domicile, entre amis, et se poursuivent dans les bars, pour enfin déborder sur les espaces publics, non sans poser certains problèmes de « tranquillité publique ».

Les pratiquants de cette nuit festive sont unanimes quant à la recherche des effets physiques et psychiques de l'alcool qui provoquera chez eux, dans un premier temps, une douce euphorie, le sentiment « d'être sur un nuage », une détente qui dissipe l'oppression. Il casse les soucis, fait sortir du cadre habituel (familial, professionnel) et permet donc de porter un regard tout autre sur l'environnement, l'entourage et soi-même. Peu à peu, c'est « une dilatation de soi »[64] qui est à l'œuvre, semblant apporter l'assurance, l'intelligence, le discernement. Se produisent alors « les miracles de l'alcool » :

> « Il fait d'un faible un fort, d'un silencieux un bavard. Il fait parler anglais à qui n'ose jamais s'y risquer à jeun ou breton à cet autre refoulé depuis l'école. Le langage amoureux surgit, certains déclament, se révèlent poètes. On se donne des défis et on les gagne. L'inhibition qui verrouille les formes d'expression de l'être est levée. Le statut social est oublié ainsi que la réserve « naturelle » qui lui est associée. »[65]

Le mot « liberté » est un de ceux qui reviennent le plus fréquemment quand on demande aux noctambules ce qui caractérise et motive leurs « sorties » : liberté de s'adresser à n'importe qui, de s'insérer dans toute conversation, de chanter, de rire, de se jeter à l'eau tout habillé. Liberté d'oublier les règles de bonne conduite en usage la journée, liberté de « sortir de la norme » (pour mieux rentrer – mais sans s'en apercevoir – dans ce qui est devenu la norme de la festivité chez beaucoup de jeunes). Liberté pour l'individu de dévoiler ce qu'il a « réellement » au fond de lui, ce qu'il ne peut faire pendant la journée où il est étudiant, vendeur, agent immobilier, « prof ». La nuit festive, alcoolisée, est donc également cathartique, tenant – à l'instar de nos rêves – un rôle de soupape pour éliminer les tensions accumulées, les frustrations refoulées, le sentiment d'oppression.

C'est d'ailleurs cet argument qui est récurrent dans le débat actuel autour du phénomène de mode dit « des apéros géants » lancés via le « réseau social » *Facebook*®. C'est bien ainsi que Laurianne Deniaud, présidente du Mouvement des Jeunes Socialistes, défend, dans une tribune ressemblant à un agglomérat de comparaisons parue dans le quotidien *Le Monde*, ce nouveau mode de festivités nocturnes alcoolisées :

> « C'est un signal positif, dans notre société dépressive, que des citoyens aient envie de se réunir pour être ensemble, dans un esprit souvent bon enfant. Ce mouvement de réappropriation de l'espace public est profond et se traduit d'ailleurs aussi par le succès des vélos en libre-service ou de Paris Plages. L'espace public n'est pas seulement marchand, celui des terrasses de café aux consommations tarifées, mais il doit aussi être partagé et c'est ce que font ces initiatives. » (*Le Monde*, édition datée du 21 mai 2010).

---

[64] GUILLOU A., 2002, « Le voyage au bout de la nuit ou la « piste » en Bretagne », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index169.html

[65] GUILLOU A., 2002, « Le voyage au bout de la nuit ou la « piste » en Bretagne », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index169.html, p. 4.

Un sentiment de liberté accru aussi chez les travailleurs de nuit

La nuit a longtemps été tenue pour le temps du sommeil servant à la refonte de la force de travail[66], fonction domestique au service de la fonction productrice. Le développement du travail posté, en « 2/8 » ou en « 3/8 » (trois équipes de huit heures chacune, pour couvrir les 24 heures d'une journée légale) par exemple, a défait cette équivalence.

Ainsi, près de 15% des salariés travaillent régulièrement la nuit ; un chiffre en hausse au cours des dix dernières années, particulièrement chez les femmes, selon une étude du Ministère de l'Emploi publiée en 2005. L'étude montre également que le travail de nuit est une pratique qui se cumule souvent avec des horaires variables, qu'il s'agisse d'équipes alternantes ou d'horaires variables d'un jour à l'autre, modifiables par l'entreprise. Beaucoup de salariés travaillant la nuit – et qui, pour la plupart, ont choisi ces horaires décalés – confient avoir un rapport différent au travail. Ils soulignent ainsi un moindre poids de la hiérarchie durant la période nocturne et une approche avec les usagers, les personnes extérieures, complètement différente de celle rencontrée en journée :

> « tu sais avant je tenais un café en journée et la journée c'est infernal les gens viennent prendre leur café et ne te racontent que leurs histoires de boulot / c'est que des emmerdes / et mon patron ci et mon patron ça et rien ne va jamais / t'es là que pour les écouter se plaindre et ils sont là de passage entre le boulot et le retour au boulot ou entre le boulot et chez eux / infernal / tu rentres chez toi le soir tu as envie de te flinguer // je suis bien content d'avoir arrêté et d'ouvrir que le soir maintenant / le soir les gens sont là pour faire la fête pour oublier leurs soucis ils sourient et l'ambiance est complètement différente / (*deux clients habitués entrent dans le bar en saluant*) tu vois les gens entrent ils disent bonsoir / ils laissent leurs soucis dehors et toi t'es pas là juste pour faire le service / nous ici on a beaucoup d'habitués alors tu vois l'ambiance est super non vraiment je regrette pas » (Entretien avec le patron d'un *pub*, Dijon, 2009).

Tandis que beaucoup luttent pour abolir le travail de nuit, d'autres, donc, soulignent ses charmes ou avantages.

> « J'ai beaucoup apprécié le travail de nuit pour plusieurs raisons. En douze heures, les repos reviennent régulièrement et ce n'est pas trop fatigant. Je dormais très bien le jour et en me réveillant vers 14 h 00, avant ma nuit de repos, il me restait pas mal de temps libre.
> La nuit, on travaille dans le calme et la sérénité même en réanimation. On n'a ni les médecins ni les surveillantes, ni les familles qui nous stressent et nous pressent. La nuit, tout est calme, on tamise les lumières pour laisser les « prémas » se reposer, on parle doucement et le climat est agréable. Le travail est aussi bien fait que le jour mais dans un climat de calme et de sérénité qui est très reposant. Il n'est évidemment pas question de dormir pour autant. »[67]

---

[66] TREPOS J.-Y., 2002, « La nuit, entre métaphore et synecdoque (Présentation) », *Le Portique* [En ligne], n° 9, 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index168.html

[67] Communication écrite personnelle avec une élève infirmière ayant effectué un stage de quatre semaines de nuit en réanimation néonatale, 2008.

Trépos nous donne l'exemple des urgentistes, travailleurs de la nuit, « nouveaux héros médiatiques » nous dit-il. Ceux-ci soulignent l'ambivalence du travail de nuit, que Peneff résume ainsi : « Le travail de nuit est à la fois plus fatiguant, mieux accepté et mieux supporté ». Là encore on retrouve le poids moindre de l'autorité hiérarchique, le sentiment pour le personnel plus jeune que l'hôpital lui appartient enfin, ou encore des relations moins agressives avec les pompiers, les policiers, les familles. Les mêmes notent cependant que le travail est plus lourd, se devant de « traiter l'ennui, la souffrance et l'angoisse, en sus de la surveillance du traitement normal. »[68], et se devant également de faire face à des patients ne leur renvoyant que peu de gratification :

> « Pour une moitié, il s'agit d'alcooliques, de dépressifs, de névrotiques (parfois indociles, ramenés de force, rarement propres), pour l'autre moitié de victimes d'accidents de la vie nocturne (blessés, personnes sans abri, dans le dénuement moral). À tous ces individus, même ceux qui ont le comportement le plus désagréable pendant la nuit, il faut offrir le petit-déjeuner sur un plateau, aider à la toilette »[69].

1.1.2.2 Une redistribution du jeu diurne ?

La relation à « l'autre »

La nuit est souvent synonyme de réduction de sentiment de sécurité en cas d'isolement, ainsi que d'une augmentation de la taille de ce que l'on pourrait appeler la « sphère cognitive » – cette bulle qui entoure chaque individu et à l'intérieur de laquelle toute intrusion sera perçue comme une agression. Mais la nuit est aussi synonyme de rapprochement des corps dans les lieux festifs. Bars, discothèques, bals, concerts de musiques actuelles, les exemples sont nombreux dans lesquels nul besoin d'un but de séduction pour que, rapidement et l'alcool aidant souvent, chacun accepte de réduire considérablement cette sphère, laissant dans ces lieux les corps tout autant que les conversations se croiser, se frôler, se toucher voire s'entrechoquer. Ici, pratiquement tous les comportements paraissent « normaux ». Aucun n'est réellement stigmatisé ; tout au plus font-ils sourire, jusqu'au lendemain, où la norme fera son retour avec le jour. De nuit, « l'autre » apparaît beaucoup plus accessible. Murilo Cardoso de Castro écrit, dans un article à propos de Vladimir Jankélévitch, que « La nuit tout est possible, et les difficultés de l'action et de la connaissance fondent comme par enchantement dans l'immensité océanique de l'ombre. La lumière, au fond, est plus décourageante encore que rassurante : elle nous révèle un monde cloisonné, compartimenté et articulé en corps impénétrables qui n'occupent chacun que leur portion d'étendue ; l'espace est ce qui distribue les places et délimite, sur la mappemonde de la nature, des territoires bien extérieurs les uns aux autres ;

---

[68] TREPOS J.-Y., 2002, « La nuit, entre métaphore et synecdoque (Présentation) », *Le Portique* [En ligne], n° 9, 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index168.html

[69] PENEFF J., 1992, *L'Hôpital en urgence*, Paris, Métailié, p. 140

indifférent aux corps qui le meublent, l'espace diurne veut pour chacun un lieu privé, et absolument exclusif de tout autre. »[70]

Quelques moments et lieux d'inversion des jeux sociaux

La ville nocturne donne indéniablement chez ses jeunes usagers la sensation qu'elle leur appartient, et donc la sensation d'une liberté accrue. Parmi les causes de cette sensation, on trouve l'inversion des jeux sociaux tels qu'ils se présentent « habituellement », c'est-à-dire en période diurne. Comme pour les rites d'inversion qui, dans les sociétés stratifiées, font qu'en certaines occasions l'ordre hiérarchique s'inverse[71], la nuit est le moment où les jeunes passent « maîtres du jeu » : ils ne sont plus « au service de » (travail diurne, répartition des responsabilités en fonction des âges), mais sont servis dans les restaurants, les bars, les boîtes de nuit ou encore les salles de concerts (mais une fois la fête terminée, chacun retourne à sa « position sociale »). Le fait de devenir les utilisateurs majoritaires de la ville nocturne renforce, chez ces classes d'âges, ce sentiment d'inversion des rôles diurnes (figure 1).

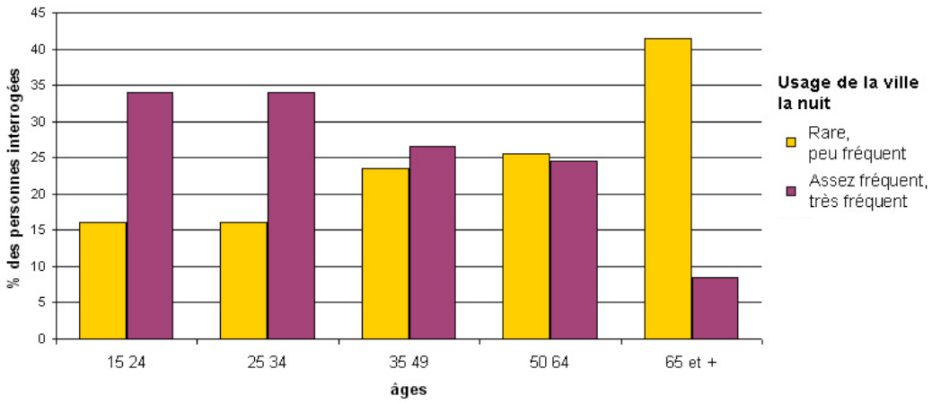


Figure 1 « La ville la nuit : une appropriation inversée en fonction de l'âge ».
Lamand (2006), d'après le sondage SOFRES « Les français et le temps dans la ville » de mai 2001.

Autour de ces « points chauds » de la vie nocturne se dessinent les zones vides d'activités (zones résidentielles, espaces commerciaux), voire les zones « à éviter la nuit » (certains quartiers périphériques ou certaines rues du centre-ville). Il est intéressant de noter que chaque groupe social a, de nuit comme de jour, ses propres critères de définition de ce qu'est un « quartier à éviter » et « un bon *spot* pour faire la fête ». Ainsi, par exemple, si les quartiers de boîtes de nuit sont recherchés par certains, ils seront soigneusement évités par d'autres qui leur préfèreront les « petites rues à troquets ». Toutes ces pratiques dessinent une ville nocturne en archipels, dans laquelle ces moments et ces lieux d'inversion – toute relative – des jeux sociaux diurnes apparaissent bien restreints (Figure 2).

[70] DE CASTRO M.C., 2009, « Vladimir Jankélévitch : le nocturne », *Philosophia perennis* [En ligne], mis en ligne le 1er février 2009. URL : http://sophia.free-h.net/spip.php?article415

[71] JOURNET N., 2001, « Les rites de passage », *Sciences Humaines, Les hommes en question. Pouvoir, identité, rôles...*, n° 112.

En outre, Gwiazdzinski montre dans ses travaux sur Strasbourg la nuit[72], que les médias viennent aider la lumière à grossir les traits de la ville nocturne en stigmatisant « les quartiers à éviter », embellissant d'autant plus les « quartiers qui bougent ». Ainsi, chaque ville a désormais son lot de petits magazines gratuits posés sur les présentoirs des bars, discothèques, salles de concerts et financés essentiellement par des encarts publicitaires pour ces structures, ne servant donc, au final, qu'à leur servir la soupe promotionnelle dont elles se nourrissent. À bien regarder cette masse de mensuels publicitaires, on entrevoit une ville nocturne aux pratiques très ségréguées : il y a à notre disposition un « gratuit » nous informant des lieux du jazz, un « gratuit » pour la musique classique et le théâtre, un « gratuit » pour la restauration et – de façon incontournable – un « gratuit » relatant grâce au poids des photos les soirées des diverses discothèques de la ville. Ainsi, chaque groupe de noctambules a *son* magazine, correspondant à *son* utilisation de la *(sa)* ville nocturne.

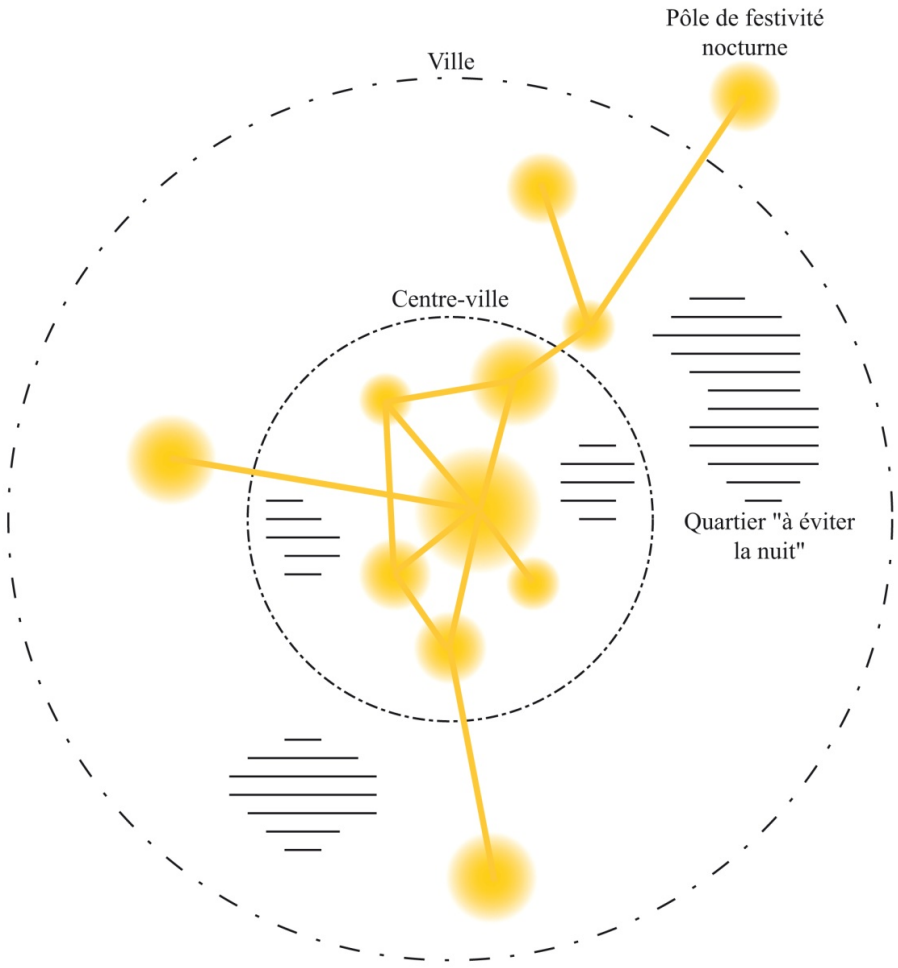


Figure 2 Schématisation de la ville nocturne festive en archipels.
D'après Lamand[73].

[72] GWIAZDZINSKI L., 2002a, *La nuit dimension oubliée de la ville, entre insécurité et animation*, thèse de Doctorat en géographie, Faculté de géographie de Strasbourg, sous la direction de CAUVIN-RAYMOND C.

[73] LAMAND T., 2006, *La nuit dans les nouvelles temporalités urbaines*, mémoire de Master I d'urbanisme, sous la direction de ORFEUIL J.-P.

1.1.2.3 Et pourtant, une nuit ségréguée

Une ségrégation par le travail

Le recours au travail de nuit tend à se développer : si, en 2005, 15 % des salariées travaillaient habituellement de nuit, en 2010 ce chiffre se rapproche de 20 %. Le CESE considère ainsi qu'il devrait être considéré comme une véritable question de santé publique et figurer dans le Plan « santé au travail » 2010-2014. Car, s'il est apprécié par certains qui l'ont choisi, il n'en reste pas moins que le travail de nuit – qui n'est pas la norme, ni même la « normalité biologique » au regard du rythme de vie diurne de l'homme – « ségrègue » fortement nos sociétés du « non-stop ». Ainsi la ville diurne a-t-elle besoin, pour pouvoir fonctionner, d'une ville nocturne faite de « petites mains », sous contrats souvent précaires, s'affairant pour nettoyer les bureaux des immeubles « tertiarisés », des universités, des technopôles. C'est d'ailleurs dans la nécessité de « continuité de l'activité économique » (qui reste aujourd'hui, aux dires du CESE, à préciser) que le Code du travail va chercher une des justifications du recours au travail de nuit. Ainsi, les places financières de La Défense, à Paris, « ne peuvent s'arrêter » : lorsque les Bourses européennes ferment, les places américaines prennent le relais, puis vient le tour des places asiatiques avant la reprise, le matin, des places européennes.

Le 8 juillet 2010, le CESE a adopté un avis soulignant l'impact du travail de nuit sur les conditions de vie et de travail (déroulements de carrière et accès aux formations moins aisés) des salariés. Le travail de nuit entraîne des perturbations de la vie sociale et familiale des salariés et fait peser des risques sur leur santé (voir troisième chapitre de cette partie). Aussi, le CESE souhaite la création d'un repos compensateur minimal légal pour donner aux travailleurs nocturnes un temps de repos supplémentaire. Les autres propositions concernent l'amélioration des conditions de travail (ménager des temps de pause, aménager les postes en fonction de critères ergonomiques, etc.), ainsi que l'articulation de la vie familiale et professionnelle (développer des modes de garde sur horaires décalés, prise en compte du temps et des coûts de transports la nuit).

Une ségrégation par les usages

Les usagers de la nuit festive cherchent les lieux qui leur ressemblent et, finalement, la ségrégation entre les différents lieux de fêtes reste très prononcée. Ouverts, mais sur leurs semblables, c'est ainsi que l'on pourrait définir les utilisateurs de la ville nocturne. Cette sensation de n'être plus entouré, de nuit, que par des personnes qui nous sont semblables n'est pas étrangère au fait que ce temps soit en-dehors du travail. Le temps des relations professionnelles, plus ou moins forcées, laisse place au temps des retrouvailles familiales, amicales ou amoureuses. Léo Ferré résumait cette idée en une phrase laconique : « La nuit les cons dorment, voila pourquoi j'aime la nuit ! ».

Ainsi, les noctambules opèrent, souvent en s'en défendant, une ségrégation ethno-spatiale, voire socio-spatiale. La différence d'usages la plus flagrante est celle qui oppose les tenants de l'utilisation de l'espace public aux tenants des espaces privés qui, eux, sortent pour

« entrer dans »[74]. Ceux-ci préfèreront ainsi utiliser les bars, les boîtes ou les appartements privés pour leurs festivités, alors que les autres feront de l'espace public le refuge de toute une soirée, souvent en déambulant de place en place au gré des rencontres.

Il est des heures où ces deux types de comportements se rencontrent, se croisent, souvent dans une incompréhension mutuelle : à 2 h 00, quand les bars ferment leurs portes, et à 5 h 00 quand c'est au tour des boîtes de nuit. Les usagers des espaces privés débordent alors sur l'espace public qui, de par les différences entre les deux modes d'utilisation du nocturne, est souvent perçu comme l'espace potentiellement dangereux.

Une ségrégation par les moyens

La ville nocturne ne se donne pas. Elle est chère, très chère au regard des tarifs pratiqués en journée. Le coût des loisirs nocturnes est très élevé, mais dans un contexte de représentation sociale il apparaît que les usagers de la nuit sont enclins à payer pour entrer dans les salles de concerts, les restaurants, les bars ou encore – *surtout*, au vu des tarifs – les discothèques. Une part non négligeable des usagers de la nuit utilise d'ailleurs cet espace-temps pour montrer son argent (il faut « s'habiller pour sortir », et aller « se faire un resto » avant d'aller « boire un verre » et éventuellement « (se) finir en boîte »). Par ailleurs, la grande majorité des activités nocturnes se fait dans les lieux privés, lieux exigeant un droit d'entrée et/ou la consommation sur le lieu.

La mobilité nocturne coûte également plus cher, surtout si l'on réside en zone périurbaine : la desserte des transports en communs vers le centre ville, qui regroupe l'essentiel de l'offre d'activités, est moins importante la nuit, obligeant souvent à l'utilisation, directe ou indirecte, d'un véhicule personnel.

L'enquête de 2001 intitulée « Les français et le temps dans la ville », réalisée par la SOFRES, montre très bien que la fréquence d'usage de la ville nocturne est directement proportionnelle aux revenus mensuels. La nuit, en ville, est faite *par* et *pour* les hauts revenus qui sont aussi les plus forts « consommateurs » de ville.

Enfin, le ressenti visuel durant une déambulation nocturne est d'autant plus violent que la ville, la nuit, donne à voir sans fard le blanc comme le noir sans toute la gamme de gris entre ces deux valeurs que l'on peut voir durant la journée : une population aisée s'amusant aux terrasses des restaurants et autres bars côtoie, pour une partie de la nuit, une population dont la rue est le dernier refuge. Dans la ville nocturne il n'y a presque, visuellement, que deux catégories de personnes : celles qui rentreront d'un pas pressé, qui prendront leur voiture, le dernier métro ou le dernier bus, et celles qui resteront dormir sur la bouche d'aération au-dessus des voies, ou sous l'abribus si la municipalité n'a pas, par souci de « tranquillité publique », installée un mobilier urbain dernier cri interdisant à l'Homme de s'allonger.

[74] COQUELIN A., 1977, *La ville la nuit*, Paris, PUF.

Souvent ces deux populations s'évitent, ou du moins essayent de s'ignorer pour ne pas gâcher la fête des uns, alors que les autres parfois, provoquent. L'alcool ne génère pas les mêmes réactions chez les uns, qu'il va égayer, que chez les autres où il est bu dès le matin et où il va faire naître l'agressivité du désenchantement et du désespoir.

Une ségrégation par les pratiques du « monde de la nuit »

Lieux qui gonflent les tarifs pour s'afficher « *selects* », « tenue correcte exigée », horaires de gratuité pour les filles, discothèques à l'entrée desquelles un code vestimentaire est à respecter, sans parler des contrôles au faciès par des « videurs » (aussi appelés « physionomistes », terme désignant leur capacité à reconnaître. « Re-connaissance » utilisée ici sans *connaissance* préalable mais sur des critères subjectifs dictés pas la direction de l'établissement). Ordre leur est donné de faire entrer en priorité les jeunes filles, puis les jeunes hommes « avec lesquels on sait par expérience que l'on aura moins de problèmes », mais surtout pas les jeunes arrivés des banlieues avoisinantes. En France, l'association SOS Racisme a médiatisé ces pratiques au travers de « *testings* » aux entrées de boîtes de nuit, de salles de concerts et autres lieux de festivités, poussant certains gérants d'établissements du « monde de la nuit » à reconnaître leur existence. Malek Boutih, président de SOS Racisme, fait une distinction dans la manière dont ces endroits pratiquent leur sélection :

> « Soit elle se veut totale et pas un seul étranger n'entre, mais c'est de plus en plus rare ; soit elle se base sur des quotas avec tant de Blacks et pas plus, tant de Beurs et pas plus. »[75]

Karelle Ménine, journaliste pour l'Humanité, cite ainsi, dans un article paru le 21 mai 1999, une personne victime de ce qui est maintenant communément appelé « le contrôle au faciès » :

> « Certains samedis, je vais faire trois ou quatre boîtes de nuit avant d'en trouver une qui m'accepte avec mes copains. C'est classique, mais qu'est-ce que vous voulez qu'on y fasse ? À la limite, si toute la file d'attente se révoltait contre ces procédures, cela pourrait faire réfléchir les dirigeants de discothèques, mais souvent les gens ne réalisent même pas pourquoi on n'entre pas… Et dire que certains s'étonnent de voir des bandes traîner dehors… mais où aller ? »[76]

Ainsi donc, la « dénormalisation sociale » permise par la ville nocturne ne serait qu'illusoire et la nuit urbaine synonyme de limitations ? Sandra Mallet vient corroborer ces observations, en affirmant à la suite des travaux précurseurs de Coquelin[77] puis de Gwiazdzinski que « la nuit, c'est bien la présence de limites, en offrant un sentiment de

[75] MENINE K., 1999, « Montre-moi ta couleur, je te dirai si tu rentres ! », *l'Humanité* daté du 21 mai [en ligne]. URL : http://www.humanite.fr/1999-05-21_Societe_Montre-moi-ta-couleur-je-te-dirai-si-tu-rentres.

[76] MENINE K., 1999, « Montre-moi ta couleur, je te dirai si tu rentres ! », *l'Humanité* daté du 21 mai [en ligne]. URL : http://www.humanite.fr/1999-05-21_Societe_Montre-moi-ta-couleur-je-te-dirai-si-tu-rentres.

[77] COQUELIN A., 1977, *La ville la nuit*, Paris, PUF.

sécurité et de solidarité, qui permet l'illusion d'une liberté plus grande. »[78] Ainsi, « les transgressions ne se font pas en-dehors des limites mais à l'intérieur des barrières temporelles et spatiales, suivant des codes, des normes et s'inscrivant dans des réseaux fermés. […] Cette version de la ville, plus fermée mais aussi plus secrète que celle exposée en plein jour, constitue la vraie ville de ces noctambules, leur liberté, leur plaisir. »[79]

[78] MALLET S., 2009, *Des plans-lumière nocturnes à la chronotopie, Vers un urbanisme temporel*, Thèse de doctorat en urbanisme à l'Institut d'Urbanisme de Paris, présentée le 17 novembre 2009, sous la direction de PAQUOT T, p. 103.

[79] MALLET S., 2009, *Des plans-lumière nocturnes à la chronotopie, Vers un urbanisme temporel*, Thèse de doctorat en urbanisme à l'Institut d'Urbanisme de Paris, présentée le 17 novembre 2009, sous la direction de PAQUOT T, p. 103.

« Oh ! contemplez le ciel ! et dès qu'a fui le jour,
En tout temps, en tout lieu, d'un ineffable amour,
Regardez à travers ses voiles ;
Un mystère est au fond de leur grave beauté,
L'hiver, quand ils sont noirs comme un linceul, l'été,
Quand la nuit les brode d'étoiles. »

Les feuilles d'automne, Victor Hugo.

1.2 LA NUIT DES ARTISTES, DE L'IMAGINAIRE ET DE LA CONSTRUCTION PERSONNELLE

1.2.1 Un moment privilégié d'inspiration

Deux conceptions de la nuit sont à distinguer dans les arts et dans la philosophie : la nuit comme phénomène naturel, « utilisée » pour les valeurs plastiques et poétiques qui lui sont propres ou comme contexte et élément signifiant d'une scène donnée, et la nuit comme allégorie, donc comme expression figurée d'un concept – autonome ou en relation avec un autre thème, notamment mythologique comme nous le verrons concernant la pensée philosophique hégélienne. Il faut souligner ici que si l'artiste s'accommode parfaitement à la nuit, son comportement reste « dans la marge » (Léo Ferré, « La marge ») : il est une exception, sorte d'« anormalité » tolérée par le politique et la société, de rite d'inversion incarné, servant ainsi nos désirs d'échapper à une norme diurne. Comme nous le rappelle De Castro « Le mystère de la nuit ne se révélera pas aux bourgeois qui la passent à dormir dans leur lit, mais seulement aux fantasques qui cherchent l'ombre parce qu'ils ont trop aimé la lumière. »[80] Mais en aucun cas cette marginalité nocturne, qui a déjà bien du mal à exister dans les programmes scolaires, par exemple, ne pourrait avoir une place centrale.

1.2.1.1 « Petite Musique de nuit »

Composition de Mozart pour les festivités nocturnes des palais salzbourgeois, sonates de Beethoven, Nocturnes de Chopin, de Liszt ou encore de Debussy, *Tristan et Isolde* de Wagner. La musique a depuis longtemps épousé la nuit pour s'en inspirer, en y puisant particulièrement son romantisme. Plus proche de nous, les musiciens contemporains reconnaissent volontiers l'attrait qu'exercent sur eux la nuit et son monde : la nuit appelle la musique, comme la musique, en retour, met à profit les climats nocturnes.

[80] DE CASTRO M.C., 2009, « Vladimir Jankélévitch : le nocturne », *Philosophia perennis* [En ligne], mis en ligne le 1er février 2009. URL : http://sophia.free-h.net/spip.php?article415.

Dans *À travers chants*, Hector Berlioz évoque une soirée parisienne que Frantz Liszt rejoint sur le tard :

> « Comme il venait de finir, la lampe qui éclairait l'appartement parut près de s'éteindre ; l'un de nous allait la rallumer : « - N'en faites rien, lui dis-je ; s'il veut jouer l'adagio en ut dièse mineur de Beethoven, ce demi-jour ne gâtera rien. – Volontiers, dit Liszt, mais éteignez tout à fait la lumière, couvrez le feu, que l'obscurité soit complète. » Alors, au milieu de ces ténèbres, après un instant de recueillement, la noble élégie, la même qu'il avait autrefois si étrangement défigurée, s'éleva dans sa simplicité sublime ; pas une note, pas un accent ne furent ajoutés aux accents et aux notes de l'auteur. C'était l'ombre de Beethoven, évoquée par le virtuose, dont nous entendions la grande voix. Chacun de nous frissonnait en silence, et après le dernier accord on se tut encore… nous pleurions. »[81]

Ce récit de Berlioz confirme que la sonate de Beethoven, dite *Sonate au Clair de Lune* (opus 27 n° 2), s'accommode bien de l'obscurité nocturne, s'harmonise avec elle par la tonalité sombre de ses accords.

De l'accompagnement des festivités nocturnes au romantisme de la nuit

La très fameuse *Petite Musique de nuit* (*Eine kleine Nachtmusik*, K 525, en Sol Majeur) de Mozart, datée du 10 août 1787, est l'une des œuvres les plus célèbres de Mozart et certainement l'exemple le plus classique d'œuvre composée à destination de festivités nocturnes. Ecrite pour deux violons, un alto, un violoncelle et une contrebasse, elle fût certainement conçue pour un quintette de chambre plutôt que pour un grand orchestre de cordes, elle fait partie des divertissements que Mozart compose pour les palais salzbourgeois. Cette sérénade est aussi un exemple de simplicité et regorge de mélodies : tout le monde a déjà fredonné l'ouverture de son premier mouvement. Le XVIII^{e} siècle, galant ou libertin, affecte particulièrement la sensualité de ces sérénades.

C'est au siècle suivant que va se sceller l'alliance véritable entre la nuit et la musique : le courant musical s'étant le plus inspiré de la nuit est sans conteste le Romantisme. Il est allé y puiser ses émotions, ses contrastes, donnant naissance à une forme musicale particulière : le « nocturne ». Le terme est utilisé pour la première fois en 1812, par le compositeur écossais John Field, désignant une courte pièce de piano. Chopin, Schumann ou Liszt donneront par la suite ses lettres de noblesse à ce genre nouveau. Gilles Macassar le décrit ainsi :

> « Empruntant à la romance vocale sa simplicité de ligne et de forme, le nocturne romantique s'épanche sur des rythmes fluides, des arpèges berceurs, à la façon d'une barcarolle – comme si l'eau et la nuit offraient au musicien deux inspirations amniotiques. L'harmonie mouvante dérive dans les tons mineurs, le tempo régulier, entêtant, s'étire en un temps « lisse », opposé au temps « strié » des caprices, des intermezzos ou des impromptus ; évitant les grands sauts

[81] BERLIOZ H., 1862, *À travers chants*, Paris, Michel Lévy frères, p. 63-64.

> d'intervalles, la mélodie surnage comme une improvisation nonchalante, rêveuse ou contemplative, sans rien de caractéristique. La nuit, tous les chants sont gris. »[82]

Comme l'écrit Thierry Paquot, « Cette inversion des temporalités urbaines élémentaires – le jour et la nuit – active les rêves et suscite des flots d'images que le Romantique se plaît à collecter et à interpréter. »[83]

Le moment des émotions exacerbées

Wagner. *Tristan und Isolde*. Les deux amants, voulant échapper à la cour du roi Marke, se donnent rendez-vous en pleine nuit. Isolde éteint la torche brûlant devant sa tour, les plongeant dans une obscurité propice, complice, où le temps des jours ordinaires et les convenances hypocrites de la comédie sociale qui les environne sont abolis. Délivrés des faux-semblants du quotidien, la place est laissée à la vérité, à l'éternité de leur attraction et de leur passion. Ce tableau donne à entendre le plus long duo d'amour de l'histoire de l'opéra (trois quarts d'heure), mais il est surtout l'occasion d'une invocation romantique à la nuit (« Descends jusqu'ici, nuit de l'amour » – « *O sink hernieder, Nacht der Liebe, gib Vergessen, daß ich lebe, nimm mich auf in deinen Schoß, löse von der Welt mich los !* ») qui magnifie les attributs musicaux du nocturne : dissonances harmoniques minant la stabilité tonale, pulsations rythmiques et litanies vocales ralenties suggérant une respiration en apnée et des corps immobiles et en apesanteur.

La nuit, libérant les sentiments incompréhensibles, ou simplement inavouables au grand jour, est le terrain de prédilection des musiciens. Schoenberg, dans *La Nuit transfigurée,* brode, autour du thème des ténèbres rédemptrices donnant l'absolution aux transgressions de la morale, un sextuor à cordes d'une grande intensité. Nuit de la rédemption chez Schoenberg, donc, mais aussi nuit du désespoir chez Berg et son *Wozzeck*, où la Lune rougie de sang est le témoin du meurtre de la maîtresse infidèle par le héros. Ce double rôle de la nuit se retrouve dans *Les pêcheurs de perles*, opéra de Bizet :

> « (Sur un ordre de Zurga, Léïla gravit le sentier qui conduit au temple, suivie de Nourabad ; ils disparaissent bientôt dans les profondeurs du temple ; les hommes descendent sur le rivage ; Zurga se rapproche de Nadir qui n'a cessé de suivre du regard Léïla qui, une seule fois, s'est retournée vers lui, lui tend la main et s'éloigne avec un dernier groupe de pêcheurs. Le jour baisse peu à peu.)

[82] MACASSAR G., 2007, « Clair de lune », *Télérama*, n° 3023-3024, p. 56-57.

[83] PAQUOT T., 2000, « Le sentiment de la nuit urbaine aux XIX^e^ et XX^e^ siècles », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 10.

NADIR (seul)
À cette voix quel trouble agitait tout mon être ?
Quel fol espoir ? Comment ai-je cru reconnaître ?
Hélas ! devant mes yeux déjà, pauvre insensé,
La même vision tant de fois a passé !
Non, non, c'est le remords, la fièvre, le délire !
Zurga doit tout savoir, j'aurais dû tout lui dire !
Parjure à mon serment, j'ai voulu la revoir !
J'ai découvert sa trace, et j'ai suivi ses pas !
Et caché dans la nuit et soupirant tout bas,
J'écoutais ses doux chants emportés dans l'espace.
Je crois entendre encore,
Caché sous les palmiers,
Sa voix tendre et sonore
Comme un chant de ramier !
O nuit enchanteresse !
Divin ravissement !
O souvenir charmant !
Folle ivresse ! Doux rêve !
Aux clartés des étoiles,
Je crois encore la voir,
Entr'ouvrir ses longs voiles
Aux vents tièdes du soir !
O nuit enchanteresse !
Charmant souvenir !
[…]

CHŒUR
Quelle voix nous appelle ?
Quel présage de mort nous attend en ces lieux ?
(L'orage éclate dans toute sa furie.)
O nuit d'épouvante !
La mer écumante
Soulève en grondant
Ses flots furieux !

SOPRANOS
Pâle et frémissante,
Muette et tremblante,
D'où vient sa terreur ?
D'où vient son effroi ?
Nuit d'épouvante
La mer écumante,
O nuit d'effroi,
Nuit d'épouvante !
Nuit d'horreur,
Nuit d'effroi ! »

Manuel de Falla composa, en 1915, ses *Nuits dans les jardins d'Espagne*. Plus attiré, au départ, par l'écriture de nocturnes traditionnels, pour piano seul, il se laissa convaincre par Ricardo Viñes, pianiste et ami, d'écrire une œuvre pour piano et orchestre. Il acheva ainsi cette pièce, qui fut créée pour la première fois le 9 avril 1916 au *Teatro Real* par l'Orchestre Symphonique de Madrid, sous la baguette d'Enrique Fernández Arbós avec, au piano, José Cubiles.

La pièce fait déambuler l'auditeur dans différents jardins, chacun étant prétexte à une danse, tantôt « exotique », tantôt « gitane ». Manuel de Falla décrivait ses *Nuits dans les jardins d'Espagne* comme des « impressions symphoniques pour piano et orchestre », avec une partie de piano certes élaborée, brillante et éloquente, mais rarement dominante : le piano n'y joue jamais le rôle de la grande vedette cherchant à parler haut et, ainsi, ne s'oppose pas à l'orchestre. À la manière d'un promeneur nocturne plongé dans ses rêves, il accompagne un orchestre transcrivant des couleurs que l'on sait luxuriantes de jour, un orchestre au décor nocturne et poétique. Falla écrira ainsi :

> « Le but […] est d'évoquer des lieux, des sensations et des sentiments. Les thèmes employés sont basés sur […] la musique populaire d'Andalousie. La musique ne prétend pas être descriptive – elle est simplement expressive. Mais quelque chose de plus que les sonorités des danses et des festivals ont inspiré ces « évocations en sons », car la mélancolie et le mystère y jouent réellement un rôle. »[84]

Ainsi, cette nuit qui exacerbe les émotions n'en finit pas, au XX^e^ siècle, d'entourer de son aura les chefs d'œuvre de la musique, de Bartók et sa suite pour piano *En plein air*, à Dutilleux et son quatuor à cordes *Ainsi la nuit*, suivant l'image allégorique donnée par André Breton : « Que la nuit continue donc à tomber sur l'orchestre. »

1.2.1.2 La nuit picturale

La nuit des peintres

> « Notre œil aime les images de la nuit et de l'obscurité, « nuits » silencieuses de La Tour et de Rembrandt, estampes où le noir broie le blanc. Devant elles, il croit saisir les rêves de son sommeil, lire la clé d'une énigme jamais nommée. « Le cœur le plus tranquille devant la nuit la plus indifférente vient de creuser son abîme » : la remarque de Bachelard vaut pour le spectateur des tableaux nocturnes.
> Chacun y reconnaît volontiers des associations qui lui sont familières : nuit protégée et chaleureuse de l'intimité domestique ; nuit sentimentale ou capricieuse des amours et des plaisirs ; nuit mystique ou spectrale des apparitions surnaturelles ou fantomatiques ; nuit parée des spectacles et des fêtes ; nuit méditative des savants, des brodeuses et des lecteurs ; nuit ricanante et solennelle des assassinats et des veillées funèbres ; nuit furtive de la clandestinité, de la capture, de la geôle et de la fuite ; nuits des villes et nuits des champs ; portrait de la nature en grand manteau sombre. Enfin, la nuit des peintres a grande affinité avec le songe, la vision, la veille, l'observation des astres, l'incendie, les sortilèges, la folie. »[85]

Paulette Choné ouvre sur ces mots *L'atelier des nuits*, ouvrage de référence sur les liens entre la peinture et la nuit et qui, au fil des pages, nous guide dans cet atelier qui est « au sens propre comme au sens figuré le lieu de la méditation sur l'obscur. » Ici comme dans les autres domaines artistiques et culturels, le nocturne renvoi d'une part aux « noirs états de la nature humaine »[86], à la psychologie des « ténèbres internes » présente dans les peintures de Parmigianino, Cambiaso, Caravage et ses disciples ou encore Goltzius ou Rembrandt, et d'autre part aux vraies « scènes de nuit » s'étalant, elles, des enluminures d'époque ottonienne jusqu'aux tableaux de Friedrich, des Livres des Morts égyptiens au Codex de Rossano (VI^e^ siècle après J.-C.) en passant par les *vedute* nocturnes pompéiennes[87].

---

[84] D'après le livret accompagnant la version de Josep Colom au piano avec Josep Pons dirigeant l'Orchestre de la Ville de Grenade (disque Harmonia Mundi, 1997).

[85] CHONE P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses universitaires de Nancy.

[86] SCHMIDT A.-M., 1959 (1982), *L'Amour noir, Poèmes baroques,* Genève-Paris, Slatkine, p. 8.

[87] CHONE P., 2001, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, Gallimard.

Au cours de l'hiver 1998-1999, une exposition intitulée *Die Nacht* (La Nuit) est organisée à Munich. Dans le catalogue de l'exposition, Hubertus Graβner explique que le sombre comme « moyen d'expression vital » de l'art et comme objet esthétique en soi, est une invention de la fin du XVIII[e] siècle. Certes les images nocturnes lui sont bien antérieures, mais le sombre n'y est représenté qu'en toile de fond, et il faudra attendre les XVIII[e] et XIX[e] siècles pour que se fasse l'autonomisation des valeurs nocturnes, « leur transfert de l'extérieur vers l'intérieur » et « le déferlement des puissances symboliques de la nuit » et que celle-ci devienne « un champ d'expériences autonome et particulier. »[88]

Il est intéressant de noter que les grands peintres s'étant intéressés au ciel nocturne étaient quasiment tous originaires des grands ports d'Europe du Nord : van der Neer (image 5) à Amsterdam, Friedrich à Greifswald, sur la Baltique, Millet à Cherbourg. Ce dernier étant d'ailleurs familier avec *L'Astronomie Populaire*, revue de vulgarisation de Camille Flammarion[89]. D'autres peintres tels que Wright of Derby ou Füssli étaient actifs au sein de sociétés d'astronomes (la *Lunar Society* par exemple).



Image 5 Paysage de rivière éclairée par la Lune, personnages, ville en arrière-plan. Huile sur toile, par Aert van der Neer, 48.5 × 71.1 cm.

Plus près de nous, Pierre Soulages est certainement aujourd'hui *le* peintre travaillant au plus proche de la « couleur » de la nuit : le noir. C'est en 1979 – au cours, d'ailleurs, d'une nuit – que son œuvre prend cette direction, celle de « l'outrenoir », celle d'une peinture entièrement recouverte de noir mais émettrice de clarté (image 6). Pierre Soulages travaille alors dans son atelier de Sète à une toile qui, peu à peu, est inondée de couleur noire : « Cela me paraissait sans issue, sans espoir. Depuis des heures, je peinais, je déposais une

[88] CHONE P., 2001, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, Gallimard.
[89] CHONE P., 2001, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, Gallimard.

sorte de pâte noire, je la retirais, j'en ajoutais encore et je la retirais. J'étais perdu dans un marécage, j'y pataugeais. » Fatigué, il s'offre deux heures de sommeil et, quand il revient, il se retrouve face à une « peinture autre » : « Les différences de textures réfléchissaient plus ou moins faiblement la lumière et du sombre émanait une clarté, une lumière picturale dont le pouvoir émotionnel particulier animait mon désir de peindre. Mon instrument n'était plus le noir mais cette lumière secrète venue du noir. »

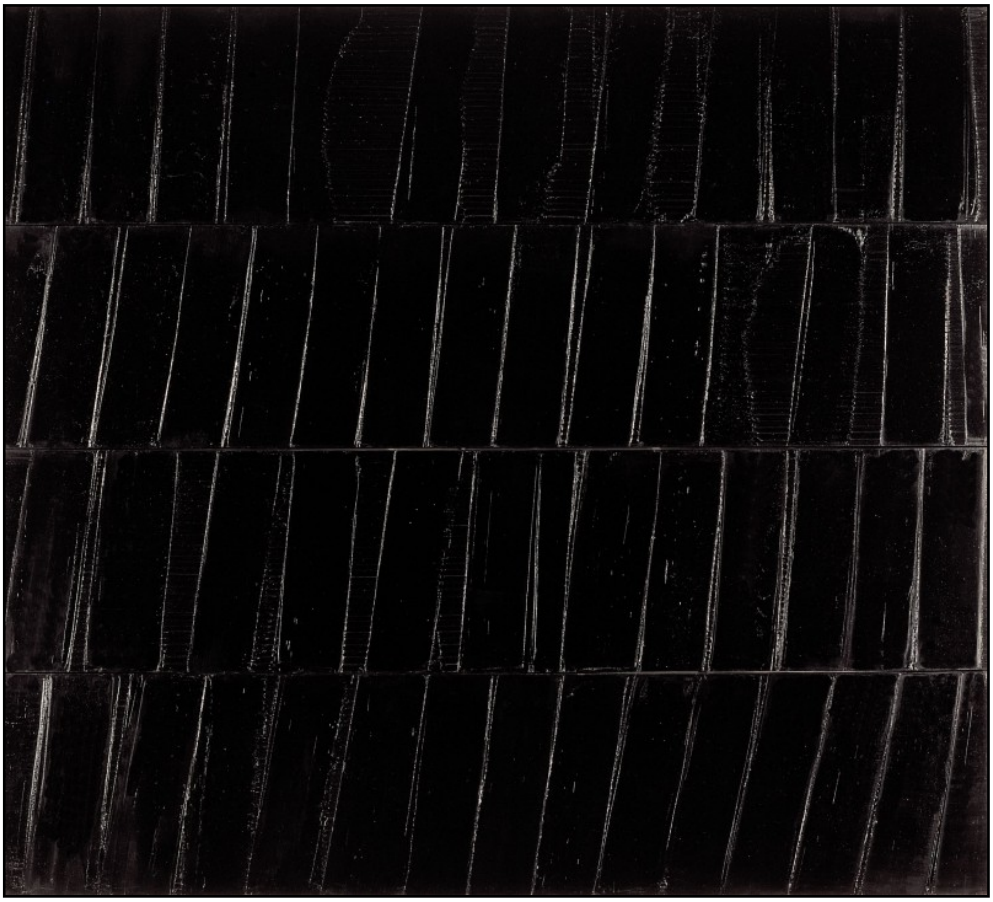


Image 6 Pierre Soulages, peinture 324 × 362 cm, 1985

Le travail de Pierre Soulages n'est pas sans lien avec l'esthétique japonaise, avec cette calligraphie faite d'un noir étalé à l'aide de larges pinceaux avouant elle-même ses rapports avec le nocturne : « De tout temps, la surface des laques avait été noire, couleur qui constituait une stratification de je ne sais combien de couches d'obscurité qui faisaient penser à quelque matérialisation des ténèbres environnantes. »[90]

La nuit des photographes et des cinéastes

Fixer la nuit et son obscurité sur une surface « photosensible », sensible à la lumière, paraît être l'antithèse de la photographie ou du cinéma, arts n'existant que par la lumière. Mais il en est de même pour la nuit, et cette gageure de photographier ou filmer la nuit – *les* nuits

[90] TANISAKI J., 1977, *Éloge de l'ombre,* Paris, Unesco/Publications orientalistes de France. Traduit du japonais par René Sieffert.

– a été relevée par beaucoup. Des photographes comme Brassaï ou D'Agata ont fait des portraits de la ville nocturne suivant leurs déambulations. Les cinéastes, eux, l'ont montré tantôt flamboyante, tantôt violente, tantôt angoissante. Deux arts, donc, qui donnent à voir des nuits qui, parce qu'éclairées, sont remplies de noir et d'ombres portées.



Image 7 Photographie de Marcel Bovis, Paris, rue Brancion, 1931.

Paris, années 1930. Comme beaucoup de photographes, Marcel Bovis cultive un penchant particulier pour les villes, aimant l'atmosphère s'y répandant aux heures d'une nuit bien entamée. Lorsqu'il s'installe à Paris, venant de Nice, il éprouve rapidement un grand plaisir à arpenter ses rues éclairées par une lumière vacillante mettant en mouvement les ombres et les façades : « A Nice, on éclairait les rues à la lumière électrique. Alors qu'à Paris, le vent faisait osciller la flamme des becs de gaz. » (image 7).

Des ombres tremblantes, mouvantes, aussi, chez Antoine D'Agata. Des silhouettes divagantes, des regards fuyants, quelques lumières hésitantes au-dessus d'un bar ou d'un hôtel de passe. D'Agata a fixé sur la pellicule une nuit noire, sombre au sens propre comme

allégorique, à contre-courant de la nuit voulue aujourd'hui dans les villes, celle débarrassée de ses fantômes qui heurtent nos sensibilités.



Image 8 Photographie d'Antoine D'Agata.

La nuit d'Antoine D'Agata donne naissance à des images bancales, sans langage, chaotiques, immorales, des images de la pornographie sans l'argent, des images d'une seringue sur un bras, de senteurs d'alcool et de draps froissés que le jour n'a pas encore nettoyés (image 8).

Du côté des cinéastes, l'inspiration liée à la ville nocturne a généré pléthore de films, des rues blafardes et bas-fonds des villes comme ceux de Londres dans *Les forbans de la nuit*, de Dassin, aux interdits, transgressions, errances, qu'elles soient mélancoliques dans *La dolce vita* de Fellini, ou initiatiques dans *Paria* de Koltz. Il serait vain ici de vouloir faire le tour de ce qui lie le cinéma à la nuit, mais citons cependant Olivier Assayas (*Irma Vep*, *Clean*, *Désordre*, *Demonlover*), cinéaste connu pour ses films regorgeant de séquences nocturnes souvent festives, parfois violentes lorsqu'elles s'intègrent dans des polars :

> « Tourner la nuit, c'est comme écrire la nuit chez soi : on est dans un espace parallèle, à l'écart du rythme du monde, on s'est réveillé à une heure inhabituelle, on s'apprête à voir le jour tomber et le jour se lever. Sur un tournage, on est de toute façon dégagé de la pesanteur du réel : mais la nuit, c'est au carré. C'est évidemment propice à la concentration, à l'inspiration : on peut se glisser dans l'imaginaire du film. Cette ambiance touche toute l'équipe : chacun se

trouve dans une pliure de l'espace-temps qui le libère des contraintes du quotidien. C'est un truc d'ado, ludique, qui ravive le souvenir de nuits blanches passées ; un espace de liberté qu'on vole au monde. C'est aussi pour cela qu'on fait du cinéma… »

Mais aussi la nuit des artistes lumière

Les derniers venus dans l'univers pictural de la nuit sont les « artistes lumière », les « architectes lumière » ou autres « concepteurs lumière ». Et s'ils travaillent grâce à l'éclairage de bâtiments, à la mise en lumière, le principal matériau sculpté reste bien le noir. Sans noir, sans nuit, il n'est pas de mise en lumière possible. Hegel, *Philosophie de la nature* (Hegel, 1805-1806), au chapitre *La Lumière* :

« Dans la lumière pure on ne voit rien. On y voit aussi peu que dans l'obscurité absolue. Il y fait sombre, et il y fait nuit. Si nous regardons dans la lumière pure, nous sommes nous-mêmes la pure vision, et, par suite, nous ne voyons pas encore quelque chose. Ce n'est que dans la limite que commence la négation, et, partant, la détermination ; et c'est aussi dans la limite que commence la réalité. »

1.2.1.3 Des mots de nuit

« C'est ma frangine en noir, celle que j'appelle 'bonsoir' »

La nuit est omniprésente tout au long de l'histoire de la poésie. Pour les poètes proches de nous, c'est souvent la nuit urbanisée qui s'impose, avec ses travers et déviances, ses bistrots, ses passants et ses habitants vaquant à leurs occupations. C'est ainsi que Léo Ferré écrit, décrit et chante *La Nuit* (extraits) :

« C'est ma frangine en noir
Celle que j'appell' bonsoir
C'est un gars qu'a son bien
Dans le bistrot du coin
La nuit
C'est l'bourgeois qui s'profile
Sous l'œil des fill's de ville
Qui croit qu'c'est arrivé
Et qui paie pour monter
La nuit
[…] C'est un amour qui meurt
Aussitôt qu'il se fait
C'est mille ans de bonheur
Dans un baiser vit' fait
C'est cett' môme qu' a perdu
La seule fleur qu'elle avait
Des fois qu'on la r'trouverait
La nuit ... la nuit ...
C'est le soleil du soir
Qui enfile son peignoir
Dans son arrièr' boutique
Sous des becs électriques
La nuit
C'est l'voleur qui va faire
Des heures supplémentaires
Et qu'est pas tatillon
Sur les allocations
La nuit
C'est cet homme qui s'en va
Sa Rolls au bout des bras
Et mêle à ses ficelles
Le trésor des poubelles
La nuit […] »

Plus loin de nous, la nuit a inspirée des auteurs comme Hugo (Nuit, Nuit tombante, Nuits de juin, Nuits d'hiver, Crépuscule ou encore Soleils couchants), Baudelaire (Le coucher du soleil romantique, Le crépuscule du soir, Recueillement), Lamartine (Le soir) ou bien encore De Banville, dont La Nuit (tiré de Rondels, 1875) invite au repos :

« Nous bénissons la douce Nuit,
Dont le frais baiser nous délivre.
Sous ses voiles on se sent vivre
Sans inquiétude et sans bruit.
Le souci dévorant s'enfuit,
Le parfum de l'air nous enivre ;
Nous bénissons la douce Nuit,
Dont le frais baiser nous délivre.
Pâle songeur qu'un Dieu poursuit,
Repose-toi, ferme ton livre.
Dans les cieux blancs comme du givre
Un flot d'astres frissonne et luit,
Nous bénissons la douce Nuit. »

Pour nombre de poètes, la nuit a aussi beaucoup à voir avec la déambulation, qu'elle soit rurale ou urbaine. Ainsi Rimbaud nous promène-t-il en début de nuit, « par les soirs bleus d'été » (*Sensation*) :

« Par les soirs bleus d'été, j'irai dans les sentiers,
Picoté par les blés, fouler l'herbe menue :
Rêveur, j'en sentirai la fraîcheur à mes pieds.
Je laisserai le vent baigner ma tête nue.
Je ne parlerai pas, je ne penserai rien,
Mais l'amour infini me montera dans l'âme ;
Et j'irai loin, bien loin, comme un bohémien,
Par la Nature, heureux – comme avec une femme. »

En ville aussi la déambulation nocturne libère l'être, « le délivre de la douleur qui l'assaille : son cheminement est actif et il en obtiendra un bénéfice moral. Il tire un double avantage de sa déambulation : celle-ci lui permet de mieux se découvrir, de mieux se connaître lui-même. » (Mallet, 2009). Mallet reprend ainsi la thèse de Sansot dans sa *Poétique de la ville* (1973) qui, à travers son étude de la déambulation nous montre que celle-ci permettrait à l'homme de mieux cerner son mal. Qui est sujet à la déambulation ne saurait ainsi réellement de quoi il souffre mais, par une marche – qui est alors quête de soi – dans la ville nocturne, il va le découvrir.

Les mille et une nuits de l'écriture

Si les poètes s'inspirent fortement de la nuit et des paysages nocturnes, les écrivains ne sont bien sûr pas en reste. Là encore il serait vain de vouloir ici faire le tour de la nuit – *des*

nuits – dans la littérature, mais reviennent régulièrement chez les écrivains les thématiques de la veille, de la contemplation astronomique, du repos, de la réflexion personnelle du héros comme de l'auteur. Antoine de Saint-Exupéry, dans son œuvre posthume *Citadelle*, publiée en 1948, livre ainsi à plusieurs reprises ses méditations sur la nuit, notamment sur la thématique de la veille et de l'observation nées de la nuit, souvent en rapport avec « la ville », cette citadelle dont on doit s'extraire pour l'observer dans son entièreté et en trouver le sens :

> « Tu as tous les jours souffert de la ville qui t'a brisé de son charroi. Tu as tous les jours subi cette fièvre née de l'urgence et du pain à gagner et des maladies à guérir et des problèmes à dénouer, te rendant ici, te rendant là, riant ici et pleurant là. Puis vient l'heure accordée au silence et à la béatitude. Et tu montes les marches et pousses la porte et il n'est plus rien pour toi que pleine mer et contemplation de la Voie Lactée et provision de silence et victoire contre l'usuel, et tu en avais besoin comme de nourriture car tu avais souffert des objets et des choses lesquels ne sont point pour toi. Et il te fallait ici devenir pour qu'un visage te naisse des choses et qu'une structure s'établisse qui leur donnât un sens à travers les spectacles disparates du jour. »

Il est intéressant – presque surprenant – de voir à quel point la ville est importante pour Saint-Exupéry, certainement comme « géosymbole », comme espace permettant « dans la nuit, [de] lancer des passerelles » entre les hommes. La sentinelle est, chez Saint-Exupéry, celui qui veille et surveille la ville en l'unifiant par sa vision globale. Déjà dans *Le Petit Prince* était pointée du doigt l'incohérence d'un géographe « trop important pour flâner » et, surtout, trop attaché à des éléments quantitatifs rapportés par « l'explorateur », censés prouver la taille d'une montagne :

> « Donc, quand la moralité de l'explorateur paraît bonne, on fait une enquête sur sa découverte.
> – On va voir ?
> – Non. C'est trop compliqué. Mais on exige de l'explorateur qu'il fournisse des preuves. S'il s'agit par exemple de la découverte d'une grosse montagne, on exige qu'il en rapporte de grosses pierres. »[91]

Saint-Exupéry comme défenseur d'une géographie sensible – « ma fleur est éphémère » – face à une géographie quantitative voulant écrire « des choses éternelles » ? Nous retrouvons cette dualité dans *Citadelle* face à l'objet ville nocturne :

> « Donc me vint l'image de la ville défaite à cause de ton simple sommeil car tout se noue en toi et s'y dénoue. Que tu es belle si tu veilles, oreille et regard de la ville… Et tellement noble de comprendre, dominant par ton simple amour l'intelligence des logiciens, car ils ne comprennent point la ville mais la divisent. Il est pour eux ici une prison, là un hôpital, là une maison de leurs amis et celle-là même ils la décomposent dans leur cœur, y voient cette chambre, puis une autre, puis l'autre. Et non point seulement les chambres mais de chacune cet

[91] DE SAINT-EXUPERY A., 1943, *Le Petit Prince*, Paris, Gallimard

> objet-ci, cet objet-là, cet autre encore. Puis l'objet lui-même ils l'effacent. Et que feront-ils de ces matériaux dont ils ne peuvent rien construire ?
> Mais toi, sentinelle, si tu veilles, tu es en rapport avec la ville livrée aux étoiles. Ni cette maison, ni cette autre, ni cet hôpital, ni ce palais. Mais la ville. Ni cette plainte de mourant, ni ce cri de femme en gésine, ni ce gémissement d'amour, ni cet appel de nouveau-né, mais ce souffle divers d'un corps unique. Mais la ville. Ni cette veille de celui-là, ni ce sommeil de celui-ci, ni ce poème de cet autre, ni cette recherche de ce dernier, mais ce mélange de ferveur et de sommeil, ce feu sous les cendres de la Voie Lactée. Mais la ville. Sentinelle, sentinelle, l'oreille collée à la poitrine d'une bien-aimée, écoutant ce silence, ces repos et ces souffles divers qu'il importe de ne point diviser si l'on désire entendre, car c'est le battement d'un cœur. Lequel est battement du cœur. Et non rien d'autre. »[92]

Enfin, toujours dans *Citadelle*, Saint-Exupéry nous livre une longue description de la nuit comme moment de « gestation mystérieuse », là encore en rapport avec l'observation de la ville. On voit d'ailleurs poindre ici les différents usages de la ville nocturne qui seront mis en exergue par Gwiazdzinski, entre ville qui dort, ville qui travaille (les sentinelles, l'homme de barre, les maraudeurs qui « s'emparent des fruits ») et ville qui s'est amusée avant d'aller dormir (« mais le joueur est allé dormir ») :

> « La nuit vint et je gravis la plus haute courbe de la contrée pour regarder dormir la ville et s'éteindre autour, dans l'obscurité universelle, les taches noires de mes campements dans le désert. Et ceci afin de sonder les choses, connaissant à la fois que mon armée était pouvoir en marche, la ville pouvoir fermé comme d'une poudrière, et qu'au travers de cette image d'une armée serrée autour de son pôle, une autre image était en marche, et en construction ses racines, dont je ne pouvais rien connaître encore, liant différemment les mêmes matériaux, et je cherchais à lire dans la nuit les signes de cette gestation mystérieuse, non dans le but de la prévoir, mais afin de la gouverner, car tous, moins les sentinelles, ils sont allés dormir. Et reposent les armes. Mais voici que tu es navire dans le fleuve du temps. Et a passé sur toi cet éclairage du matin, de midi et du soir comme l'heure de la couvée, faisant quelque peu progresser les choses. Puis l'élan silencieux de la nuit après le coup de pouce du soleil. Nuit bien huilée et livrée aux songes car seuls se perpétuent les travaux qui se font tout seuls, comme d'une chair qui se répare, des sucs qui s'élaborent, du pas de routine des sentinelles, nuit livrée aux servantes car le maître est allé dormir. Nuit pour la réparation des fautes, car leur effet en est reporté au jour. Et moi, la nuit, lorsque je suis vainqueur, je remets à demain ma victoire.
> Nuit des grappes qui attendent la vendange, réservées par la nuit, nuit des moissons en sursis. Nuit des ennemis cernés dont je ne prendrai livraison qu'au jour. Nuit des jeux faits, mais le joueur est allé dormir. Le marchand est allé dormir, mais il a passé les consignes aux sentinelles. Le chef de bord est allé dormir, mais il a passé la consigne à l'home de barre, et l'homme de barre ramène Orion qui se promène dans la mâture là où il faut. Nuit des consignes bien données et des créations suspendues.
> Mais nuit aussi où l'on peut tricher. Où les maraudeurs s'emparent des fruits. Où l'incendie s'empare des granges. Où le traître s'empare des citadelles. Nuit des grands cris qui retentissent. Nuit de l'écueil pour le navire. Nuit des visitations et des prodiges. Nuit des réveils de Dieu –

[92] DE SAINT-EXUPERY A., 1948, *Citadelle*, Paris, Gallimard.

> le voleur – car celle-là que tu aimais tu peux bien l'attendre au réveil !
> Nuit où l'on entend craquer les vertèbres. Nuit dont j'ai toujours entendu craquer les vertèbres comme de l'ange ignoré que je sens épars dans mon peuple et qu'il s'agit un jour de délivrer…
> Nuit des semences reçues.
> Nuit de la patience de Dieu. »[93]

Moment d'écriture, mais aussi moment de lecture

Dans la continuité, la nuit est aussi le moment choisi par beaucoup pour s'adonner à la lecture. Le calme nocturne est propice à la projection de soi « dans la peau d'un autre », celle d'un héros de polar – par exemple, et pour le frisson –, qu'il soit de Simenon ou de Fred Vargas, celle d'un *directeur de nuit,* venu du froid se mirer dans *le miroir aux espions*, chez John le Carré :

> « La ville était mal éclairée. Avery remarqua qu'on avait répandu du sel sur la chaussée, pour dégager deux voies. Le milieu et les caniveaux étaient encore couverts de neige. Les lampadaires étaient au néon et déversaient une lumière maladive qui semblait se recroqueviller devant les ténèbres environnantes. »[94]

Là encore, le fait que la nuit soit le temps qui, majoritairement, constitue un temps se situant hors du travail, un temps calme – presque « hors du monde » –, n'est pas étranger à cela et participe à faire de la nuit un temps pour soi, un temps de la projection et donc de la réflexion.

1.2.2 Un moment de questionnements constitutifs de l'être

1.2.2.1 Une relation plus directe à soi

Penser, la nuit comme allégorie philosophique ou la vision hégélienne

Penser, parler ; deux actes dont l'Homme est capable par des processus qu'il ne questionne que peu couramment. Hegel, lui, n'a eu de cesse d'interroger ces origines, cette genèse en tant que naissance et développement. Concernant la pensée et la parole, il apporte au questionnement de l'origine et du processus une réponse étonnante : la nuit. Bien sûr, la nuit en philosophie n'est pas spécifiquement hégélienne et tout au long de son histoire la philosophie s'est nourrie de cette allégorie pour se pencher sur l'origine : citons le mythe d'Orphée – marque originaire et preuve de l'origine nocturne de la parole poético-littéraire, nous y reviendrons –, le récit hésiodique identifiant l'origine à Chaos engendrant « Érèbe avec la noire nuit », le récit biblique affirmant, dans la Genèse, qu'au commencement « il y avait des ténèbres à la surface de l'abîme ». Leyenberger écrit d'ailleurs : « on peut dire que l'identification de l'origine à la nuit est le lieu commun du *muthos*, lieu commun dans lequel la philosophie – qui n'est jamais que la tentative de reprendre d'une manière pensante le mythe de l'origine – va puiser tout au long de son

[93] DE SAINT-EXUPERY A., 1948, *Citadelle*, Paris, Gallimard
[94] LE CARRE J., 1965, *Le miroir aux espions*, Paris, Robert Laffont.

histoire »[95]. Poser la nuit comme origine de la pensée apparaît donc comme « naturel » ; la pensée en mouvement se fait à partir de la nuit, celle-ci étant point de départ et de séparation. Le fameux récit platonicien dit « mythe de la Caverne » est la première transposition en philosophie de cette idée d'origine de la nuit : il faut sortir du nocturne originel pour accéder à la pensée qui est cheminement vers la lumière.

« La pensée hégélienne est une pensée de la nuit »[96]. Mais chez Hegel, qui parle plus précisément *des nuits*, se trouvent l'origine *et* la finalité de la pensée, « sa marche *et* sa démarche », un monde à part entière « vers où tout disparaît, et d'où renaissent au jour les évènements »[97]. Dans *La différence entre les systèmes philosophiques de Fichte et de Schelling*, Hegel écrit :

> « L'absolu est la nuit et le jour plus jeune qu'elle et la différence entre les deux est une différence absolue, comme la lumière qui sort de la nuit. Le rien vient en premier et, de lui, sort tout être, toute la diversité finie. »
> Et plus loin : « Tout être que produit l'entendement est un terme déterminé et le déterminé a l'indéterminé derrière et devant lui ; la diversité de l'être, sans se tenir d'aucune manière, se situe entre deux nuits ; elle repose sur le néant, car l'indéterminé n'est rien pour l'entendement et finit dans le rien. »[98]

« Hegel pose la nuit comme origine et comme fin de la pensée, ce qui revient à dire qu'il y a deux nuits, une nuit qui précède la pensée et une nuit qui succède à son accomplissement. Avant la pensée, il y a *déjà* la nuit ; après la pensée, il y a *encore* la nuit »[99]. Il faut s'extraire de la nuit pour commencer à penser, à différencier, puis il faut y replonger à la fin du cheminement pour que l'esprit puisse recommencer son odyssée. Leyenberger écrit :

> « La nuit est encore là *après*, après que la pensée ait vu le jour. Étant avant et après, la nuit entoure totalement la pensée et la lumière, les vouant à l'*entre-deux*. C'est parce que Hegel pose aussi une nuit après la lumière, ce qu'on oublie trop souvent, c'est pour cela que la lumière ne parvient jamais à triompher d'elle. Le fait de poser deux nuits, ou deux manifestations de la nuit, éloigne la pensée de tout triomphalisme et la ramène au statut plus modeste de l'entre-deux. Cela revient à dire en dernière instance que Hegel n'est pas tant le penseur de l'absolu comme lumière, mais le penseur de l'absolu comme nuit : derrière la manifestation la plus

---

[95] Leyenberger G., 2002, « Pensée, parole et nuit(s) », Le Portique [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index173.html

[96] Leyenberger G., 2002, « Pensée, parole et nuit(s) », Le Portique [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index173.html

[97] BOUTON C., 2000, *Temps et Esprit dans la philosophie de Hegel. De Francfort à Iéna*, Paris, Vrin.

[98] HEGEL G.W.F., 1801, *La différence entre les systèmes philosophiques de Fichte et de Schelling*, trad. GILSON B., 1986, Paris, Vrin.

[99] LEYENBERGER G., 2002, « Pensée, parole et nuit(s) », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, Consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index173.html

> absolue de la lumière, il y aura toujours une nuit que la pensée ne peut pas défaire et dont elle ne peut pas se défaire, une nuit absolue. »[100]

Ces nuits de Hegel sont celles d'un esprit qui a sa propre intériorité et qui, donc, donne aux divers événements passés la profondeur du souvenir. Cette nuit allégorique est la nuit de nous-mêmes dans laquelle naît toute réflexion.

Une cécité qui fait plonger en soi-même

À la suite de la pensée hégélienne, nous pouvons oser la concrétisation de ses concepts au travers d'une nuit non plus allégorique, mais bien astronomique, physique : pour beaucoup – et même pour tout un chacun, à un moment ou à un autre – la nuit est le moment de calme propice aux questionnements solitaires et personnels. « La nuit porte conseil » dit le dicton. Les moments de calme nocturne sont ainsi nécessaires à l'esprit pour se régénérer, se remémorant les événements de la journée, y réfléchir et se projeter au lendemain. La concrétisation de l'allégorie du nocturne par le biais de la mécanique céleste n'est d'ailleurs peut-être pas si usurpée : Hegel écrivait, dans sa *Philosophie de la nature*, au chapitre *Mécanique Absolue* :

> « Le retour alterné des saisons et des jours, et le passage de la veille au sommeil constituent cette vie de la terre dans l'être organique. Chacun de ces moments constitue lui aussi une sphère qui sort d'elle-même pour revenir à son point central, c'est-à-dire au centre de sa force, qui embrasse et soumet tous les éléments multiples de la conscience. La nuit est cette négation à laquelle toutes choses reviennent, où l'être organique trouve lui aussi sa force, et où il va se retremper, pour reprendre l'œuvre multiple de la veille. Et ainsi chaque chose contient cette sphère universelle, et pendant qu'elle fait un retour périodique sur elle-même, elle exprime cette sphère à sa manière, et sous la forme de son individualité déterminée. »[101]

Au-delà, la nuit est le moment où les « perturbations » quotidiennes entravent le moins la réflexion, où les distractions – visuelles, auditives, etc. – sont moindres. Lorsque la nuit vient et que l'on se retrouve seul, l'arrivée d'une certaine « paix » peut être favorisée, et l'on commence à s'entendre, à lire dans notre propre esprit tout le film de nos projets et, étant entièrement concentré sur ces pensées et projets, tout devient souvent plus clair, comme si les solutions n'attendaient que le calme, la solitude et l'ambiance d'une nuit protectrice pour se révéler. Ainsi, pour Bureau :

> « Il n'y a que de la nuit que l'on puisse dire qu'elle nous enveloppe, nous pénètre, nous possède, nous saisit, nous dissout, mettant subjectivement en cause notre propre identité. Rien, donc, qui puisse nous initier aussi pleinement à nous-mêmes et aux autres. »[102]

Le Breton montre également que les moments nocturnes sont propices aux questionnements personnels ; en cela il lie au nocturne le silence qui l'accompagne

---

[100] LEYENBERGER G., 2002, « Pensée, parole et nuit(s) », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, Consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index173.html

[101] HEGEL G.W.F., 1805-1806, *Philosophie de la nature*, traduit par VERA A., 1866, Paris, De Ladrange.

[102] BUREAU L., 1997, *Géographie de la nuit*, Montréal, L'Hexagone.

souvent, celui-ci devenant alors « un baume qui guérit de la séparation avec le monde, avec les autres, avec soi »[103]. Pour Thierry Paquot, « la nuit apporte une plus grande acuité aux sens. Elle distingue ceux qui dorment de ceux qui veillent, ces derniers, inquiets, parce que passionnés, triturent la nuit de leurs folles ambitions »[104].

1.2.2.2 La relation à l'inconnu

Des paysages redessinés

En dehors des villes, l'absence d'éclairage artificiel laisse le(s) champ(s) libre(s) à la Lune, plus ou moins présente selon sa phase ; la réflexion de la lumière solaire sur sa surface éclaire ainsi plus ou moins les paysages.

Permettons-nous ici une digression car, aussi pleine soit-elle, l'éclairement de la Lune ne dépasse pas un demi lux (quand il n'est pas rare qu'un lampadaire éclaire le sol de ses 35 lux), n'arrivant donc à activer que la vision dite « scotopique » (du grec *skotos*, « obscurité »), en vigueur dès que les conditions d'éclairage deviennent trop faibles pour la vision « classique » de jour dite, elle, « photopique ». Cette vision scotopique est assurée, chez l'homme, par des cellules photosensibles spécifiques de la rétine, les « bâtonnets », qui transforment le signal électromagnétique de la lumière en influx nerveux envoyé vers le cerveau. Ces cellules possèdent une sensibilité à la lumière bien supérieure aux cônes (les cellules utilisées en vision photopique), sont présentes en plus grand nombre (120 millions de bâtonnets par œil, contre 5 millions de cônes), et sont également plus larges et longues, augmentant ainsi leur chance d'intercepter les photons. De cet ensemble de paramètre découle l'efficacité de l'adaptation nocturne de la vision humaine (l'œil humain atteint ainsi une sensibilité de 10-14 watt, peu ou prou l'intensité lumineuse d'une bougie à 16 kilomètres !) mais, pour venir « ternir » ce tableau, nos bâtonnets « répondent » à toutes les longueurs d'onde du spectre visible, nous limitant ainsi, en vision scotopique, à une vision panchromatique qui ne discrimine pas les couleurs bref, à une vision « en noir et blanc ».

Le promeneur nocturne en pleine campagne, celui qui aura réussi à s'extraire des remparts de la ville nocturne à l'offre tant rétrécie, verra donc se dresser face à lui un paysage fait d'une palette monochromatique, en redessinant ainsi complètement sa perception habituelle. Cette vision ne peut que difficilement être rendue en photographie (la surface photosensible de l'appareil ne répondant pas de la même façon que l'œil nocturne) aussi, c'est certainement dans la peinture qu'il faut aller chercher les représentations les plus fidèles.

Caspar David Friedrich couche ainsi sur la toile un *Paysage de bord de mer sous la lune*, dans lequel les nuances de couleurs se font subtiles (image 9). De même, Mikalojus Konstantinas Ciurlionis peint, en 1909, un *Cimetière lituanien* sans aucun apport

[103] LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.
[104] PAQUOT T., 2000, « Le sentiment de la nuit urbaine aux XIXe et XXe siècles », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 6-14, 128-129.

d'éclairage, donnant naissance à un paysage aux tonalités monochromatiques (image 10) dans lequel le ciel et la constellation de la Grande Ourse tiennent une place prépondérante.



Image 9 Caspar David Friedrich, Paysage de bord de mer sous la lune.
Huile sur toile, 22×30 cm. Paris, musée du Louvre. © RMN/JG Berizzi.



Image 10 Mikalojus Konstantinas Ciurlionis, *Cimetière lituanien*, 1909.
Tempera sur carton, 61,5×62 cm. Kaunas, musée national des Beaux-Arts M.K. Ciurlionis. © Service de presse.

En ville, les lampadaires éclairent les espaces d'une toute autre façon que ne le fait l'éclairage naturel diurne de source unique. Les perspectives se trouvent changées, les perceptions des couleurs (selon le type de sources lumineuses) et des distances sont chamboulées, certaines façades uniformément éclairées de jour disparaissent, en partie, la nuit (le haut des immeubles, par exemple) quand d'autres, au contraires, prennent une importance plus marquée (façade des monuments mis en lumière).

Osons faire ici un comparatif entre la pensée de Le Breton sur le silence, avec ses « enclaves de silence » dans la ville et la nécessité pour le promeneur, dans ce même espace, d'un paysage fait *aussi* d'enclaves d'obscurité :

> « Les lieux de culte ou les jardins publics, les cimetières, forment dans les villes des enclaves de silence cernées par le bruit où il est loisible de chercher un repos, une brève retraite hors du tumulte ambiant. On vient y reprendre souffle, se recueillir, goûter le calme que berce le *genius loci*. Le silence installe dans le monde une dimension propre, une épaisseur qui enveloppe les choses. Le temps y passe sans hâte, à pas d'homme, appelant le repos, la méditation, la flânerie. Ces lieux sertis de silence se détachent du paysage en se donnant d'emblée comme propices au rassemblement de soi. On y fait provision d'intériorité avant le retour aux agitations de la ville ou de sa propre existence. »[105]

Jean-Michel Deleuil nous dit d'ailleurs que la lumière doit, même dans la ville, autoriser plutôt que contraindre :

> « Comme si, à force d'éclairer contre la nuit de la ville, on avait éclairé à la fois contre la nuit, et contre la ville. »[106]

Cette revendication de paysages moins brutalement éclairés est également portée par de nombreux utilisateurs de la ville nocturne, qui apprécient de trouver des zones relativement noires, accompagnées des paysages urbains qui leur sont spécifiques :

> « Vous exprimez également des attentes diverses : vous aspirez à profiter « d'une ville esthétique et animée » mais aussi à « une nuit plus écologique », en évitant les éclairages agressifs et en respectant l'environnement. Les plus romantiques prônent « le retour de la nuit étoilée... » Et, pourquoi pas, dans le calme nocturne des jardins parisiens. » (Commentaires des résultats de l'enquête sur « Paris la nuit », extraits du journal *À Paris*, magazine d'information de la Mairie de Paris, n°19, juin, juillet, août 2006).

Des sens en éveil

Face à ces paysages redessinés, les expériences acquises de jour sont donc à réapprendre. Par la vue modifiée mais aussi – surtout – par l'ouïe qui prend, la nuit, une place plus importante que durant la journée dans la perception que nous avons de notre environnement : si les auditeurs d'un récital de piano voient la salle de concert plongée dans l'obscurité, c'est bien pour que leur audition prenne le dessus sur leur vision. Cette

[105] LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

[106] DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

sensibilité auditive accrue la nuit tient à un environnement généralement plus silencieux durant ce temps, mais aussi à un mécanisme compensatoire de vigilance extrême qui fait que l'homme, privé de son sens de surveillance le plus développé, la vue, se place sur le qui-vive grâce à son ouïe.

Si, nous l'avons vu, cette perte de la vue habituelle et cette hypersensibilité auditive peuvent désorienter, elles peuvent aussi amener à une perception nouvelle de l'environnement, sans peur, sans crainte. L'expérience de la marche nocturne en pleine campagne, sous la seule lumière lunaire, offre ainsi d'écouter attentivement, par exemple, les vocalises des oiseaux, si chères au compositeur Olivier Messiaen. Le Breton nous plonge ainsi dans un silence nocturne rural tout relatif face à « la rumeur tranquille du monde » :

> « La campagne est davantage associée au silence dans le discours des citadins, mais par opposition au bruit généré par la ville. Car là aussi la rumeur tranquille du monde ne s'interrompt jamais, changeant seulement de nature d'un lieu et d'un temps à l'autre, et selon les saisons. Le vent agite les feuilles et les branches, les troncs craquent, des animaux se meuvent discrètement sous les fourrés ; le bruissement des rivières ou des sources n'a d'autre repos que leur assèchement. Parfois l'apaisement de la nuit porte au loin des éclats de voix, une querelle de chats, les aboiements d'un chien ou le passage d'une voiture dans la forêt proche. L'obscurité, même dans les lieux retirés, n'est pas un monde de pierre où les sens seraient mis en pénitence. Au cœur de la ferme les meubles travaillent et leurs craquements effraient parfois dans l'immobilité apparente des lieux. Les cendres achèvent de se consumer, provoquant parfois un effondrement dans l'âtre. Au sein des maisons, le ronronnement des équipements électriques, les bruits du chauffage, des conduites d'eau, de la rue voisine, des appareils de radio ou de télévision, les voix, les déplacements des habitants du lieu rendent l'espace vivant, chaleureux. Si l'impression du silence n'en demeure pas moins, elle est plutôt l'effet d'une interprétation affective des lieux qu'une mesure rigoureuse des faits. »[107]

Pour autant, si nous perdons de nuit notre vue diurne « habituelle », notre œil entre lui aussi en un éveil particulier (par le mécanisme physiologique explicité ci-dessus). Devenu hypersensible à la moindre lumière et aux déplacements, il scrute avec force le noir de la nuit, invente dans la ligne de crête de la montagne ou dans l'ombre chinoise des arbres sur le ciel étoilé des formes, comme celles qu'un enfant s'invente dans les nuages.

1.2.2.3 La relation à l'infini

La voûte céleste pour seule frontière

La contemplation du ciel nocturne est, et a été de tout temps une ressource d'imagination et de créativité pour les écrivains, musiciens, peintres ou tout autre artiste, mais aussi tout simplement pour chaque être humain. Ce contact avec le nocturne, avec la nuit noire, est constitutif de l'être, forge les questionnements propres à l'humain, mais aussi – nous l'avons vu – nourrit les peurs et l'imagination dès le plus jeune âge. Cet exil dans l'espace

[107] LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

est essentiel, et l'expérience de la contemplation du ciel nocturne en est le passage le plus marquant, comme le souligne Pascal dans ses *Pensées* :

> « Voilà où nous mènent les connaissances naturelles. Si celles-là ne sont véritables, il n'y a point de vérité dans l'homme ; et si elles le sont, il y trouve un grand sujet d'humiliation, forcé à s'abaisser d'une ou d'autre manière; et puisqu'il ne peut subsister sans les croire, je souhaite, avant que d'entrer dans de plus grandes recherches de la nature, qu'il la considère une fois sérieusement et à loisir, qu'il se regarde aussi soi-même et juge s'il a quelque proportion avec elle par la comparaison qu'il fera de ces deux objets.
>
> Que l'homme contemple donc la nature entière dans sa haute et pleine majesté ; qu'il éloigne sa vue des objets bas qui l'environnent ; qu'il regarde cette éclatante lumière mise comme une lampe éternelle pour l'univers ; que la terre lui paraisse comme un point, au prix du vaste tour que cet astre décrit ; et qu'il s'étonne de ce que ce vaste tour lui-même n'est qu'un point très délicat à l'égard de celui que les astres, qui roulent dans le firmament, embrassent. Mais si notre vue s'arrête là, que l'imagination passe outre : elle se lassera plutôt de concevoir que la nature de fournir. Tout ce monde visible n'est qu'un trait imperceptible dans l'ample sein de la nature. Nulle idée n'en approche. Nous avons beau enfler nos conceptions au delà des espaces imaginables, nous n'enfantons que des atomes, au prix de la réalité des choses. C'est une sphère infinie dont le centre est partout, la circonférence nulle part. Enfin c'est le plus grand caractère sensible de la toute-puissance de Dieu, que notre imagination se perde dans cette pensée.
>
> Que l'homme étant revenu à soi, considère ce qu'il est au prix de ce qui est ; qu'il se regarde comme égaré dans ce canton détourné de la nature ; et que de ce petit cachot où il se trouve logé, j'entends l'univers, il apprenne à estimer la terre, les royaumes, les villes et soi-même à son juste prix.
>
> Qu'est-ce qu'un homme dans l'infini ?
>
> Mais pour lui présenter un autre prodige aussi étonnant, qu'il recherche dans ce qu'il connaît les choses les plus délicates. Qu'un ciron lui offre dans la petitesse de son corps des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ces jambes, du sang dans ces veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ces humeurs, des vapeurs dans ces gouttes ; que divisant encore ces dernières choses, il épuise ses forces en ces conceptions, et que le dernier objet où il peut arriver soit maintenant celui de notre discours ; il pensera peut-être que c'est là l'extrême petitesse de la nature. Je veux lui faire voir là dedans un abîme nouveau. Je lui veux peindre non seulement l'univers visible, mais l'immensité qu'on peut concevoir de la nature, dans l'enceinte de ce raccourci d'atome. Qu'il y voit une infinité d'univers dont chacun a son firmament, ses planètes, sa terre, en la même proportion que le monde visible ; dans cette terres, des animaux, et enfin des cirons dans lesquels il retrouvera ce que les premiers ont donné ; et trouvant encore dans les autres la même chose, sans fin et sans repos, qu'il se perde dans ces merveilles aussi étonnantes dans leur petitesse que les autres par leur étendue ; car qui n'admirera que notre corps, qui tantôt n'était pas perceptible dans l'univers, imperceptible lui-même dans le sein du tout, soit à présent un colosse, un monde, ou plutôt un tout, à l'égard du néant où l'on ne peut arriver.
>
> Qui se considérera de la sorte s'effrayera de soi-même, et se considérant soutenu dans la masse que la nature lui a donnée, entre des deux abîmes de l'infini et du néant, il tremblera dans la

> vue de ces merveilles ; et je crois que sa curiosité se changeant en admiration, il sera plus disposé à les contempler en silence qu'à les rechercher avec présomption.
> Car enfin, qu'est ce que l'homme dans la nature ? Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant : un milieu entre rien et tout. Infiniment éloigné de comprendre les extrêmes, la fin des choses et leur principe sont pour lui invinciblement cachés dans un secret impénétrable ; également incapable de voir le néant d'où il est tiré et l'infini où il est englouti. »[108]

Le caractère infini de l'espace qui nous entoure, accessible par la contemplation du ciel nocturne, apparaît bien comme source de questionnements physiques, métaphysiques, philosophiques et spirituels, questionnements indispensables à la constitution et à la différenciation culturelle de chaque être.

Un espace-temps de la démesure

La nuit offre donc d'entrevoir, de toucher des yeux un espace et un temps aux dimensions quasiment invisibles dans l'univers diurne. Ainsi, la vue du ciel nocturne, de ses étoiles, amas, nébuleuses et galaxies évoluant à des distances et selon des vitesses totalement « impalpables », permet à tout un chacun, comme aime à le dire Jacques Arnould, de « concentrer le cosmos aux dimensions de l'humanité » et donc, en retour, de « dilater l'humanité aux dimensions du cosmos ». Ainsi, pour l'UNESCO :

> « Inclure l'interprétation du ciel comme un thème du patrimoine mondial est une étape logique dans la prise en considération de la relation entre l'homme et son environnement. »[109]

Cette prise en considération passe par une prise de conscience d'un environnement aux dimensions et aux vitesses démesurées par rapport à notre environnement proche, fut-il global. Cette prise de conscience apparaît chez toute personne – même néophyte en science astronomique –, levant les yeux en direction de la voûte céleste : observer le ciel à l'œil nu – la première forme d'astronomie – donne à voir des milliers d'étoiles (environ 2000, simultanément, sous un très bon ciel) ; une petite lunette astronomique, des dizaines de milliers ; un télescope, des millions. Ainsi, plus nous portons notre regard dans le monde nocturne loin et vers des objets de plus en plus ténus, plus nous touchons à la multiplicité, approchant ainsi de la notion d'infini, alors que le monde diurne, lui, ne nous permet de voir dans le ciel que l'unicité (*le* Soleil, *la* Lune).

Mais porter son regard sur des objets célestes situés à des milliers, des millions, des milliards d'années-lumière c'est aussi, du fait de la vitesse finie de la lumière, laisser le champ (oculaire) libre à une lumière émise par ces objets il y a plusieurs milliers, millions, milliards d'années, renforçant ainsi le vertige des chiffres auquel est confronté l'homme observant la voûte céleste.

---

[108] Pascal B., 1670, *Pensées*.

[109] UNESCO, 1992, *Initiative thématique : « Astronomie et Patrimoine Mondial »*.
URL : http://whc.unesco.org/fr/astronomie

« Chaque homme dans sa nuit s'en va vers sa lumière. »

Les Contemplations, Victor Hugo

1.3 LES ATTRIBUTS FONDAMENTAUX DE LA LUMIÈRE

1.3.1 Place de la lumière dans la culture judéo-chrétienne

Choné[110] nous parle de l'ouvrage du jésuite allemand Athanasius Kircher (1601-1680), *Ars magnae lucis et umbrae in mundi*[111], dans lequel il expose les principes de la lanterne magique dont il semble être l'inventeur. Dans l'épilogue de l'ouvrage *La métaphysique des lumières et des ombres*, Kircher dresse le tableau suivant (tableau 1), dévoilant les correspondances qu'il voit dans la « sphère mystique » de l'univers :

DEUS	ANGELUS	HOMO	ANIMAL
Mens	Intellectus	Ratio	Sensus
Lux	Lumen	Umbrae	Tenebrae
Lux	Albedo	Rubedo	Nigredo
Super cœlestia	Cœlum	Nubes	Terra
Lux perpétua	Meridiana	Crepusculum	Tenebrae nocturnae
Ignis	Aër	Aqua	Terra

Tableau 1 « Correspondances dans la sphère mystique de l'univers ».
Tableau dressé par Kircher (cité par Choné, 1992).

Dans la colonne de gauche, on peut voir le domaine de la lumière ; dans celle de droite, le domaine de l'ombre, des ténèbres. L'Homme est du côté de l'ombre, associée à la raison, au rougeoiement, aux nuages, au crépuscule et à l'eau ; selon que sa pensée ira vers la gauche ou la droite du tableau, il se rapprochera soit des lumières angéliques, de la clarté divine perpétuelle, soit des ténèbres animales.

Cette opposition entre lumière divine et obscurité, voire ténèbres humaines est fondamentale dans la culture judéo-chrétienne. Si l'on regarde les écrits bibliques de plus

[110] CHONE P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses universitaires de Nancy.
[111] KIRCHER A., 1646, *Ars magna lucis et umbrae*, Rome, Scheus.

près, on voit que cette dualité revêt plusieurs significations et, encore aujourd'hui, la lumière est profondément porteuse de sens dans la liturgie catholique.

1.3.1.1 « De la guerre des Fils de Lumière contre les Fils des Ténèbres »

Les manuscrits de la Mer Morte : esséniens contre païens et « mauvais juifs »

Exhumés un jour de 1947 de grottes de Judée après un sommeil de deux millénaires, les manuscrits de Qumrân, dits aussi « de la Mer Morte », ont délivré aux archéologues et aux théologiens le message spirituel d'une ou de communautés se réclamant d'une « Nouvelle Alliance » dont l'identité divise encore le monde scientifique[112]. Commentaires de livres bibliques, récits prophétiques, prières ou encore formules d'exorcisme reflètent une société judéenne au bouillonnement intellectuel et spirituel fort. En tout sera faite, entre 1947 et 1956, la découverte officielle de 900 manuscrits, dans onze grottes différentes. Ces manuscrits hébreux sont antérieurs de plusieurs siècles aux plus anciens textes connus jusqu'alors et présentent un intérêt considérable pour la science exégétique.

Parmi les grands manuscrits découverts à Qumrân, se trouve le rouleau dit *de la guerre des fils de Lumière contre les fils de Ténèbres*. Il s'agit d'un règlement militaire en vue du combat eschatologique que les « fils de Lumière », c'est-à-dire les esséniens (une communauté juive fondée vers le 2ème siècle avant J.-C) doivent mener à la fin des temps contre les « fils des Ténèbres », c'est-à-dire les païens et les mauvais juifs. On lit dans la première colonne du rouleau :

> « Lutte des fils de Lumière contre le lot des fils des Ténèbres, contre l'armée de Bélial, la bande d'Edom, de Moab, contre les fils d'Ammon, l'armée des Philistins, les troupes des Kittim d'Assur et leurs alliés qui commirent des vilenies contre l'Alliance. Les fils de Levi, Juda et Benjamin, les exilés du Désert, combattront contre eux, troupe par troupe. […] lorsque la diaspora des fils de Lumière reviendra du désert des nations pour camper dans le désert de Jérusalem. »[113]

S'ensuit la description de la stratégie, de l'armement utilisé (frondes, lances, javelots, harpons, épées, boucliers) et de l'organisation militaire (cavalerie, infanterie légère, infanterie lourde) de ce combat qui durera exactement quarante ans, le tout calqué sur le modèle de combat romain[114]. Selon Fuchs[115], « le modèle des fils de Lumière est sans doute la Communauté elle-même, celui des fils des Ténèbres est à coup sûr l'ensemble des ennemis traditionnels d'Israël : Edom, Moab, Ammon, les Philistins. »

Ce thème se rencontre dans la Bible, spécialement dans Ézéchiel et dans Daniel. Cette perspective apocalyptique d'un combat contre les ennemis de Dieu correspond à la vision très manichéenne des esséniens, pour lesquels le monde est divisé en deux camps, celui du

---

[112] FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.
[113] Cité par FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.
[114] FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.
[115] FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.

Bien ou de la Lumière, celui du Mal ou des Ténèbres. On trouve d'ailleurs, également parmi les manuscrits de Qumrân, le *Manuel de Discipline* relatif aux deux Esprits : l'Esprit du Bien et l'Esprit du Mal, qui se livrent dans la création toute entière une lutte ininterrompue[116] .

Une dualité présente tout au long de la Bible

Les oppositions entre ténèbres et lumière, bien et mal, sont profondément ancrées dans la culture judéo-chrétienne. On trouve en effet aussi bien dans le prologue de l'Ancien Testament que dans celui de l'Évangile selon Jean, deux allégories similaires qui exploitent ce symbole fort. Les cinq premiers versets de la Genèse racontent ainsi le premier jour de la création et la naissance de la lumière (les citations bibliques sont toutes tirées de *La Bible de Jérusalem*[117]) :

> « Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre. Or la terre était vide et vague, les ténèbres couvraient l'abîme et un souffle de Dieu agitait la surface des eaux. Dieu dit : « Que la lumière soit » et la lumière fut. Dieu vit que la lumière était bonne, et Dieu sépara la lumière et les ténèbres. Dieu appela la lumière « jour » et les ténèbres « nuit ». Il y eut un soir et il y eu un matin : premier jour. » (Genèse, 1:5).

Ce que ne dit pas explicitement la Genèse, c'est si Dieu est également le créateur des ténèbres. Pour autant, Isaïe proclame (45:7) :

> « Je façonne la lumière et je crée les ténèbres, je fais le bonheur et je crée le malheur, c'est moi, Yahvé, qui fais tout cela. »

De même, on lit dans Amos (4:13) :

> « Car c'est lui qui forme les montagnes et qui crée le vent, qui révèle à l'homme ses pensées, qui change l'aurore en ténèbres, et qui marche sur les hauteurs de la terre : Yahvé, Dieu Sabaot, est son nom. »

Si Dieu peut engendrer les ténèbres, les théologiens considèrent malgré tout que, originellement, la lumière est une création de Dieu alors que les ténèbres ne le sont pas : elles sont négation. La création de la lumière est ainsi rapportée en premier, mais bien parce que la succession des jours et des nuits va servir de cadre dans lequel se déroulera l'œuvre créatrice.

Pour l'évangéliste Jean, cette dualité entre lumière et ténèbres procède d'un échec des ténèbres à recevoir « la Parole », la lumière divine. La lumière (le Bien, le Verbe) échappe ainsi aux prises des ténèbres (le Mal, les puissances du mal) :

> « Au commencement était le Verbe et le Verbe était auprès de Dieu et le Verbe était Dieu. Il était au commencement auprès de Dieu. Tout fut par lui, et sans lui rien ne fut. Ce qui fut en

[116] SIMON M., 1959, « Remarques sur les manuscrits de la mer Morte », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, n° 1, p. 122-134.

[117] LA BIBLE DE JERUSALEM, 2006, Paris, Cerf (traduite en français sous la direction de l'École biblique de Jérusalem).

> lui était la vie, et la vie était la lumière des hommes, et la lumière luit dans les ténèbres et les ténèbres ne l'ont pas saisie. » (Jean, 1:1-5).

Puis, poursuivant la métaphore, Jean la précise et installe la dualité entre croyants et païens :

> « Il y eut un homme envoyé de Dieu ; son nom était Jean. Il vint pour témoigner, pour rendre témoignage à la lumière, afin que tous crussent par lui. Celui-là n'était pas la lumière, mais il avait à rendre témoignage à la lumière. Il était la lumière véritable, qui éclaire tout homme, venant dans le monde. Il était dans le monde, et le monde fut par lui, et le monde ne l'a pas reconnu. Il est venu chez lui, et les siens ne l'ont pas accueilli. Mais à tous ceux qui l'ont accueilli, il a donné pouvoir de devenir enfants de Dieu, à ceux qui croient en son nom, eux qui ne furent engendrés ni du sang, ni d'un vouloir de chair, ni d'un vouloir d'homme, mais de Dieu. » (Jean, 1:6-13)

Plus loin encore (Jean, 8:12), il transcrit la parole de Jésus « lumière du monde » :

> « De nouveau Jésus leur adressa la parole et dit : « Moi, je suis la lumière du monde. Qui me suit ne marchera pas dans les ténèbres, mais aura la lumière de la vie. »

Tous les livres bibliques regorgent de cette dualité. De la Genèse à l'Apocalypse (22:5, « Il n'y aura plus de nuit ; et ils n'auront besoin ni de lampe ni de lumière, parce que le Seigneur Dieu les éclairera. Et ils régneront aux siècles des siècles. »), en passant par le deuxième livre de Samuel (22:29, « Oui, tu es ma lumière, ô Éternel ! L'Éternel éclaire mes ténèbres. »), le mot « lumière » est relevé 190 fois, dans 168 versets différents, quand le mot « ténèbres » l'est 145 fois, dans 136 versets différents. La parabole de la guérison de l'aveugle-né (Jean, 9:1-11) constitue – peut-être par la concrétisation la plus forte – la métaphore du retour à la lumière, à la croyance.

Les trois lignes principales de « la lumière » biblique

Le premier axe selon lequel se décline le thème de la lumière dans la Bible se rapporte au chemin. « Comme le soleil illumine une route, est lumière tout ce qui éclaire le chemin vers Dieu » (annotation, in *La Bible de Jérusalem*, 2006) ; il en est ainsi de la Loi, la Sagesse et la Parole de Dieu :

> « Puis je me mis à réfléchir sur la sagesse, la sottise et la folie : Voyons, que fera le successeur du roi ? Ce qu'on a déjà fait. J'ai considéré qu'il y avait avantage de la sagesse sur la folie comme du jour sur l'obscurité : Le sage a des yeux dans la tête, mais l'insensé marche dans la ténèbre. » (Qohélet – Ecclésiaste – 2:12-14).
>
> « La route des justes est comme la lumière de l'aube, dont l'éclat grandit jusqu'au plein jour ; le chemin des méchants est comme l'obscurité : ils ne savent sur quoi ils trébuchent. » (Proverbes, 4:18-19).
>
> « Car le précepte est une lampe, l'enseignement une lumière ; les exhortations de la discipline sont le chemin de la vie. » (Proverbes, 6:23).
>
> « Par tes préceptes j'ai l'intelligence et je hais tout chemin de mensonge. Une lampe sur mes pas, ta parole, une lumière sur ma route. » (Psaumes, 119:104-105).

De la Sagesse et la Parole du Christ :

> « Jésus leur dit : « Pour peu de temps encore la lumière est parmi vous. Marchez tant que vous avez la lumière, de peur que les ténèbres ne vous saisissent : celui qui marche dans les ténèbres ne sait pas où il va. Tant que vous avez la lumière, croyez en la lumière, afin de devenir des fils de lumière. » Ainsi parla Jésus, et s'en allant il se cacha loin d'eux. » (Jean, 12:35-36).
>
> « Et néanmoins, encore une fois, c'est un commandement nouveau que je vous écris – ce qui est vrai pour vous comme pour lui – puisque les ténèbres s'en vont et que la véritable lumière brille déjà. Celui qui prétend être dans la lumière tout en haïssant son frère est encore dans les ténèbres. Celui qui aime son frère demeure dans la lumière et il n'y a en lui aucune occasion de chute. Mais celui qui hait son frère est dans les ténèbres, il marche dans les ténèbres, il ne sait où il va, parce que les ténèbres ont aveuglé ses yeux. » (Premier épître de Jean, 2:8-11).
>
> « Six jours après, Jésus prend avec lui Pierre, Jacques, et Jean son frère, et les emmène, à l'écart, sur une haute montagne. Et il fut transfiguré devant eux : son visage resplendit comme le soleil, et ses vêtements devinrent blancs comme la lumière. » (Matthieu, 17:1-2).
>
> « En effet, le Dieu qui a dit : *Que des ténèbres resplendisse la lumière*, est Celui qui a resplendi dans nos cœurs, pour faire briller la connaissance de la gloire de Dieu, qui est sur la face du Christ. » (Deuxième épître aux Corinthiens, 4:6).

De la nuée lumineuse de l'Exode :

> « Yahvé marchait avec eux, le jour dans une colonne de nuée pour leur indiquer la route, et la nuit dans une colonne de feu pour les éclairer, afin qu'ils puissent marcher de jour et de nuit. » (Exode, 13:21).
>
> « Au lieu de ces ténèbres, tu donnas aux tiens une colonne flamboyante, pour leur servir de guide en un voyage inconnu, de soleil inoffensif en leur glorieuse migration. » (Sagesse de Salomon, 18:3).

Et, enfin, de tout chrétien qui manifeste Dieu aux yeux du monde :

> « Vous êtes la lumière du monde. Une ville ne peut se cacher, qui est sise au sommet d'un mont. Et l'on n'allume pas une lampe pour la mettre sous le boisseau, mais bien sur le lampadaire, où elle brille pour tous ceux qui sont dans la maison. Ainsi, votre lumière doit-elle briller devant les hommes afin qu'ils voient vos bonnes œuvres et glorifient votre Père qui est dans les cieux. » (Matthieu, 5:14-16).
>
> « Personne, après avoir allumé une lampe, ne la recouvre d'un vase ou ne la met sous le lit ; on la met au contraire sur un lampadaire, pour que ceux qui pénètrent voient la lumière. » (Luc, 8:16).
>
> « Mais si toi, qui arbores le nom de Juif, qui te reposes sur la Loi, qui te glorifies en Dieu, qui connais sa volonté, qui discernes le meilleur, instruit par la Loi, et ainsi te flattes d'être toi-même le guide des aveugles, la lumière de qui marche dans les ténèbres, l'éducateur des ignorants, le maître des simples, parce que tu possèdes dans la Loi l'expression même de la science et de la vérité… eh bien ! L'homme qui enseigne autrui, tu ne t'enseignes pas toi-même ! » (Épître aux Romains, 2:17-21).

« Agissez en tout sans murmures ni contestations, afin de vous rendre irréprochables et purs, *enfants de Dieu sans tache au sein d'une génération dévoyée et pervertie*, d'un monde où vous brillez comme des foyers de lumière, en lui présentant la Parole de vie. » (Épître aux Philippiens, 2:14-16).

« La ville peut se passer de l'éclat du soleil et de celui de la lune, car la gloire de Dieu l'a illuminée, et l'Agneau lui tient lieu de flambeau. *Les nations marcheront à sa lumière*, et les rois de la terre viendront lui porter leurs trésors. » (Apocalypse, 21:23-24).

Le deuxième axe est celui de la lumière comme symbole de vie, de bonheur et de joie, par opposition aux ténèbres, symboles de mort, de malheur et de larmes :

« J'espérais le bonheur, et le malheur est venu ; j'attendais la lumière : voici l'obscurité. » (Job, 30:26).

« Je façonne la lumière et je crée les ténèbres, je fais le bonheur et je crée le malheur, c'est moi, Yahvé, qui fais tout cela. » (Isaïe, 45:7).

« C'est toi, Yahvé, ma lampe, mon Dieu éclaire ma ténèbre ; avec toi je force l'enceinte, avec mon Dieu je saute la muraille. » (Psaumes, 18:29-30).

Aux ténèbres de la captivité vient donc s'opposer la lumière, délivrance et salut messianique :

« Et il passera dans le pays, opprimé et affamé ; il arrivera que lorsqu'il sera affamé, il s'irritera, il maudira son roi et son Dieu, et se tournera vers le ciel. Puis il regardera vers la terre ; et voici : angoisse, obscurité, nuit de détresse, ténèbres dissolvantes. Car n'est-ce pas la nuit pour le pays qui est dans la détresse ? » (Isaïe, 8:21-23).

« Le peuple qui marchait dans les ténèbres a vu une grande lumière, sur les habitants du sombre pays, une lumière a resplendi. » (Isaïe, 9:1).

« Le peuple qui demeurait dans les ténèbres a vu une grande lumière ; sur ceux qui demeuraient dans la région sombre de la mort, une lumière s'est levée. » (Matthieu, 4:16, citant « l'oracle d'Isaïe le prophète », Isaïe, 9:1).

« Or toi aussi, petit enfant, tu seras appelé prophète du Très-Haut ; car tu marcheras devant *le Seigneur*, pour lui *préparer des voies*, pour donner à son peuple la connaissance du salut par la rémission de ses péchés ; grâce aux sentiments de miséricorde de notre Dieu, dans lesquels nous a visité l'Astre d'en haut, pour illuminer *ceux qui demeurent dans les ténèbres et l'ombre de la mort*, afin de guider nos pas dans le *chemin de la paix*. » (Luc, 1:76-79. L'Astre d'en haut symbolise *Anatolè*, « titre du Messie, Astre qui apporte la lumière », annotation, in *La Bible de Jérusalem*, 2006).

« D'autant que vous savez en quel moment nous vivons. C'est l'heure désormais de vous arracher au sommeil ; le salut est maintenant plus près de nous qu'au temps où nous avons cru. La nuit est avancée. Le jour est arrivé. Laissons là les œuvres de ténèbres et revêtons les armes de lumière. » (Épître aux Romains, 13:11-12).

La lumière du salut messianique atteint même les « Nations païennes » :

« Maintenant, Souverain Maître, tu peux, selon ta parole, laisser ton serviteur s'en aller en paix ; car mes yeux ont vu ton salut, que tu as préparé à la face de tous les peuples, lumière pour éclairer les nations et gloire de ton peuple Israël. » (Luc, 2:29-32).

« Car ainsi nous l'a ordonné le Seigneur : Je t'ai établi lumière des nations, pour faire de toi le salut jusqu'aux extrémités de la terre. » (Actes des Apôtres, 13:47).

Et c'est dans le « Royaume des Cieux » que sera consommée cette dualité :

« Alors le roi dit aux valets : « Jetez-le, pieds et poings liés, dehors, dans les ténèbres : là seront les pleurs et les grincements de dents. » Car beaucoup sont appelés, mais peu sont élus. » (Matthieu, 22:13-14).
« De nuit, il n'y en aura plus ; ils se passeront de lampe ou de soleil pour s'éclairer, car le Seigneur Dieu répandra sur eux sa lumière, et ils régneront pour les siècles des siècles. » (Apocalypse, 22:5).

C'est ainsi que le dualisme lumière/ténèbres en vient à caractériser l'opposition entre le Bien et le Mal (voir les textes de Qumrân). Deux « empires » apparaissent et luttent, l'un sous la domination du Christ, l'autre sous celle de Satan :

« Ne formez pas d'attelage disparate avec des infidèles. Quel rapport en effet entre la justice et l'impiété ? Quelle union entre la lumière et les ténèbres ? Quelle entente entre le Christ et Béliar ? Quelle association entre le fidèle et l'infidèle ? » (Deuxième épître aux Corinthiens, 6:14-16).
« Vous remercierez le Père qui vous a mis en mesure de partager le sort des saints dans la lumière. Il nous a en effet arrachés à l'empire des ténèbres et nous a transférés dans le Royaume de son Fils bien-aimé. » (Épître aux Colossiens, 1:12-13).
« C'est pour cela que je te délivrerai du peuple et des nations païennes, vers lesquelles je t'envoie, moi, pour leur ouvrir les yeux, afin qu'elles reviennent des ténèbres à la lumière et de l'empire de Satan à Dieu, et qu'elles obtiennent, par la foi en moi, la rémission de leurs péchés et une part d'héritage avec les sanctifiés. » (Actes des Apôtres, 26:18).
« Mais vous, vous êtes une race élue, un sacerdoce royal, une nation sainte, un peuple acquis, pour proclamer les louanges de Celui qui vous a appelés des ténèbres à son admirable lumière. » (Premier épître de Pierre, 2:9).
« Suis-je un brigand, que vous vous soyez mis en campagne avec des glaives et des bâtons ? Alors que chaque jour j'étais avec vous dans le Temple, vous n'avez pas porté les mains sur moi. Mais c'est votre heure et le pouvoir des Ténèbres. » (Luc, 22:52-53).

Les hommes se séparent ainsi en « fils de lumière » et « fils de ténèbres » :

« Et le maître loua cet intendant malhonnête d'avoir agi de façon avisée. Car les fils de ce monde-ci sont plus avisés envers leurs propres congénères que les fils de la lumière. » (Luc, 16:8).
« Mais vous, frères, vous n'êtes pas dans les ténèbres, de telle sorte que ce Jour vous surprenne comme un voleur : tous vous êtes des fils de la lumière, des fils du jour. Nous ne sommes pas de la nuit, des ténèbres. » (Premier épître aux Thessaloniciens, 5:4-5).
« N'ayez donc rien de commun avec eux. Jadis vous étiez ténèbres, mais à présent vous êtes lumière dans le Seigneur ; conduisez-vous en enfants de lumière ; car le fruit de la lumière consiste en toute bonté, justice et vérité. Discernez ce qui plaît au Seigneur, et ne prenez

aucune part aux œuvres stériles des ténèbres ; dénoncez-les plutôt. » (Épître aux Éphésiens, 5:7-11).

C'est bien la lumière qui, par le jugement, a permis la manifestation de cette séparation, obligeant ainsi chacun à se prononcer pour ou contre elle :

« Et tel est le jugement : la lumière est venue dans le monde et les hommes ont mieux aimé les ténèbres que la lumière, car leurs œuvres étaient mauvaises. » (Jean, 3:19).
« Jésus dit alors : « C'est pour un discernement que je suis venu en ce monde : pour que ceux qui ne voient pas voient et que ceux qui voient deviennent aveugles. » (Jean, 9:39).
« Moi, lumière, je suis venu dans le monde, pour que quiconque croit en moi ne demeure pas dans les ténèbres. » (Jean, 12:46).

Enfin, les textes restent optimistes quant à la perspective, les ténèbres devant, un jour, s'effacer devant la lumière puisque ne la saisissant pas (Jean 1:5, cité supra ; Premier épître de Jean, 2:8, cité supra ; épître aux Romain, 13:12, cité supra).

1.3.1.2 Des croyances rythmées par l'astre du jour

Les solstices, symboles de mort et de renaissance

Les solstices sont les moments de l'année où la position apparente du Soleil vu de la Terre atteint son extrême méridional ou septentrional. Du latin *solstitium* (de *sol*, « soleil », et *sistere*, « s'arrêter, retenir »), les solstices sont donc les moments où l'azimut du Soleil à son lever et à son coucher semble rester stationnaire pendant quelques jours, avant d'à nouveau se rapprocher de l'est au lever et de l'ouest au coucher ; ce sont donc également les moments où le Soleil est le plus éloigné de l'équateur terrestre, où la déclinaison de notre étoile est maximale (+23°27') ou minimale (–23°27'). Le solstice d'hiver (été) marque ainsi la date à laquelle la durée du jour est la plus courte (longue) de l'année, mais ces deux dates (le solstice d'hiver se produit vers le 21 décembre et le solstice d'été vers le 21 juin) marquent surtout un basculement. Ainsi, le solstice d'hiver (d'été) marque le retour de la lumière (l'obscurité) avec l'allongement (le raccourcissement) progressif de la durée du jour.

Le solstice d'hiver tient une place toute particulière dans nombre de croyances : correspondant au retour de la lumière, il symbolise la résurrection, le retour à la vie par le début d'un nouveau cycle de la nature. Des traces de célébrations de la période du solstice d'hiver se retrouvent jusqu'au néolithique (le monument mégalithique de *Stonehenge* en est l'exemple le plus connu), et les rituels païens pour accueillir le retour du Soleil étaient nombreux, qui donneront naissance à la fête chrétienne de Noël (l'Église chrétienne récupérant les rituels qu'elle ne pouvait éradiquer), célébrant chaque année la naissance de Jésus de Nazareth. Le solstice d'été constituait également l'occasion de célébrer la lumière : il marquait ainsi la nouvelle année dans l'Égypte antique, puis les célébrations de la Saint-Jean et leurs immenses feux dans le monde chrétien.

Les prières au rythme du jour et de la nuit

« Veillez et priez pour ne pas entrer en tentation. » (Marc, 14:38). Les moines Chartreux se relèvent la nuit pour prier, suivant ainsi les écritures dans lesquelles il est mentionné que la nuit est particulièrement favorable à la prière et à la recherche de Dieu. La prière durant le moment nocturne est, pour le moine, une façon de reconnaître sa nuit intérieure et de « marcher vers la lumière ». Le lever de nuit est une pratique habituelle chez les ermites, car la prière nocturne est – comme il est écrit dans les statuts des moines Chartreux – « une garde sainte et persévérante dans l'attente du retour du Maître, pour lui ouvrir dès qu'il frappera » (Saint Bruno, fondateur de l'ordre des Chartreux). On retrouve cet appel à la veille nocturne et à la veille contre le mal dans l'Évangile selon Luc (12:35-40) :

> « Que vos reins soient ceints et vos lampes allumées. Soyez semblables, vous, à des gens qui attendent leur maître à son retour de noces, pour lui ouvrir dès qu'il viendra et frappera. Heureux ces serviteurs que le maître en arrivant trouvera en train de veiller ! En vérité, je vous le dis, il se ceindra, les fera mettre à table et, passant de l'un à l'autre, il les servira. Qu'il vienne à la deuxième ou à la troisième veille, s'il trouve les choses ainsi, heureux seront-ils ! Comprenez bien ceci : si le maître de maison avait su à quelle heure le voleur devait venir, il n'aurait pas laissé percer le mur de sa maison. Vous aussi, tenez-vous prêts, car c'est à l'heure que vous ne pensez pas que le Fils de l'homme va venir.»

Lorsque, vers minuit, la cloche appelle à la prière, les moines sortent de leur sommeil, « pour rien d'autre que pour chanter les merveilles de Dieu et pour recevoir sa Parole, […] portés et soutenus par le silence et l'obscurité qui enveloppent la nature. Il suffit de se disposer à la présence de Dieu qui, parfois, se fait très proche. [La] veillée nocturne est un espace pour Dieu seul. »

La lumière dans la liturgie catholique

Si l'éclairage ne peut jouer avec le jour, il le peut avec la nuit et la lumière tient donc une place primordiale – utilitaire bien sûr, mais surtout symbolique – dans la liturgie catholique. Il y a d'ailleurs, aujourd'hui, plus de célébrations une fois la nuit tombée qu'autrefois : messes du soir, célébrations pénitentielles, veillées de prière, office du triduum pascal, ou encore messe de minuit pour la veillée de Noël.

La lumière a ainsi pour fonction de mettre en valeur, dans l'église, un élément architectural, une œuvre d'art ou un lieu important (autel, ambon). Mais la lumière la plus importante durant la liturgie est certainement la lumière des cierges, celle n'ayant plus, aujourd'hui, aucune fonction d'éclairage mais gardant une forte charge symbolique. Cette lumière est présente de deux façons : par les cierges fixes (le cierge pascal, un chandelier posé à côté de l'ambon, etc.) et par les cierges mobiles, portés par des enfants de chœur ou par les fidèles (cierges à la procession d'entrée, ou à la procession du lectionnaire, cierges accompagnant ceux qui donnent la communion, cierges de la veillée pascale, cierges du baptême).

« Lumen Christi ! – Lumière du Christ ! » : c'est par ce cri de naissance que commence la veillée pascale, cet « office de la lumière », événement fondateur de la foi catholique, qui tient une place toute particulière dans le rapport entre la lumière et la liturgie :

> « La bonne nouvelle vient percer la nuit : « Lumière du Christ ! » C'est pourquoi le missel prévoit qu'on ne chante rien avant cette annonce […] ; la contemplation des formes et des mouvements des flammes est si captivante qu'on peut garder le silence assez longtemps. Seul le souffle des participants et le crépitement du bois et des flammes viennent habiter ce silence. Alors le cri peut jaillir : « Lumière du Christ – Nous rendons grâce à Dieu ». » (*Portail de la Liturgie Catholique*, édité par le Service National de la Pastorale Liturgique et Sacramentelle, dernière consultation le 14 juillet 2010).

C'est d'ailleurs à cette seule occasion liturgique que l'église *doit* être dans l'obscurité totale, afin que la lumière des cierges de la procession d'entrée de la veillée pascale soit véritablement « lumière anéantissant les ténèbres », comme s'en émerveille le psalmiste, repris dans un chant de la communauté de Taizé : « La ténèbre n'est pas ténèbre devant Toi, la nuit comme le jour est lumière ! »

1.3.2 De l'obscurantisme aux Lumières

1.3.2.1 L'image des « ténèbres médiévales »

Un « brouillard épais »

« Les ténèbres médiévales », voila l'image que nous avons tous gardée de nos études secondaires sur cette période historique, marquée de l'opposition fondamentale entre lumière – savoir, vie – et ténèbres – engourdissement, mort. Les mots « Moyen Âge » sont évocateurs de chaos et de barbarie, et l'on y croise pêle-mêle les sanglantes conquêtes des Croisades, les bûchers de l'Inquisition ou bien encore les guerres féodales accompagnées de famines et d'épidémies : « Il y avait tant de morts qu'on n'en pouvait trouver ni fin ni mesure » écrit Geoffroi de Villehardouin (vers 1212).

Cette image a pris forme à la fin du XV^{ème} et au XVI^{ème} siècle, à l'occasion des polémiques des humanistes contre la culture scolastique[118]. En 1532, Rabelais pointait ainsi du doigt « ceux qui ne veulent pas ou ne peuvent pas lever les yeux vers le soleil et se dégager du brouillard épais et presque cimmérien de l'époque gothique ». L'expression *post tenebras lux* a par la suite été reprise par des auteurs français et italiens, vulgarisée par les encyclopédistes et traduite en anglais par l'expression *Dark Ages*[119]. Encore aujourd'hui, l'expression populaire et les médias se réfèrent régulièrement aux « pratiques moyenâgeuses » quant il s'agit pour eux de qualifier des actes sombres et barbares. Cette représentation d'un monde ténébreux, quasiment hors-la-loi, a pris peu à peu racine dans

[118] VAUCHEZ A., 2009, *Lumières du Moyen-Âge*, Séance de rentrée de l'Institut de France, 27 octobre. URL : http://www.institut-de-france.fr/minisite/seance-cinq-academies/discours/vauchez.pdf.

[119] VAUCHEZ A., 2009, *Lumières du Moyen-Âge*, Séance de rentrée de l'Institut de France, 27 octobre. URL : http://www.institut-de-france.fr/minisite/seance-cinq-academies/discours/vauchez.pdf.

l'imaginaire et dans l'inconscient collectif. Parler de Moyen Âge ne serait ainsi qu'une façon détournée d'évoquer l'obscurantisme, par opposition à la période antique.

Alors même qu'aucun historien ne prend encore sérieusement en considération cette métaphore des « ténèbres médiévales », tous reconnaissent que le Moyen Âge a bien été une période régie par la seule lumière du Soleil et du feu. Vauchez[120] nous rappelle que, si les moyens de s'éclairer ne manquaient pas (lampes à huile, torches, chandelles de suif, cierges en cire, flammes du foyer), ils constituaient « bien peu de choses » en comparaison « à nos moyens actuels d'illumination ». La vie et les travaux étaient donc rythmés par l'alternance du jour et de la nuit, et cette dernière exerçait « une certaine fascination mêlée de crainte révérencielle sur les hommes de ce temps »[121].

1.3.2.2 Le siècle des Lumières

De la lumière aux Lumières

La mention de « siècle de jour en jour plus éclairé » apparait dès 1670 dans certains écrits historiques ou philosophiques relatant les expériences et les progrès scientifiques du temps, déjà en opposition avec les ténèbres des siècles précédents :

> « […] nous voilà dans un siècle qui va devenir de jour en jour plus éclairé, de sorte que tous les siècles précédents ne seront que ténèbres en comparaison […] »[122]

Enlightenment en anglais, *Aufklärung* en allemand, *Illuminismo* en italien ; autant de traductions d'une métaphore servant à définir le mouvement culturel et philosophique dominant en Europe, et particulièrement en France, au XVIII^{ème} siècle. Fait intéressant, c'est par un mouvement anticlérical de la philosophie des années 1750 que s'ancrera l'expression « siècle des Lumières », renvoyant ainsi la croyance en un « Dieu de lumière », développée ci-dessus, dans l'obscurité, dans l'obscurantisme (« s'éteindre devant les lumières »).

> « […] la Raison et la Loi fondée sur la Raison, doivent être les uniques reines des mortels, et […] lorsqu'une religion établie commence à pâlir et à s'éteindre devant les lumières d'un siècle éclairé […] c'est cette Raison qu'il faut alors presque diviniser. »[123]

Montesquieu, Voltaire, Franklin, Rousseau, Diderot, D'Alembert, Smith, Kant, Beaumarchais ou encore Jefferson, autant de scientifiques, de philosophes et d'écrivains qui ont fondé, à partir de « la raison éclairée » de l'être humain et de l'idée de liberté, le courant des Lumières :

> « Jamais siècle n'a été appelé plus souvent que le nôtre le siècle des lumières. »[124]

---

[120] VAUCHEZ A., 2009, *Lumières du Moyen-Âge*, Séance de rentrée de l'Institut de France, 27 octobre. URL : http://www.institut-de-france.fr/minisite/seance-cinq-academies/discours/vauchez.pdf.

[121] VAUCHEZ A., 2009, *Lumières du Moyen-Âge*, Séance de rentrée de l'Institut de France, 27 octobre. URL : http://www.institut-de-france.fr/minisite/seance-cinq-academies/discours/vauchez.pdf.

[122] BAYLE P., 1684-1687, *Nouvelles de la république des lettres*, Rotterdam.

[123] BOULANGER N.-A., 1761, *Préface aux Recherches sur l'origine du Despotisme Oriental*.

[124] MABLY, 1776 (2008), *Le Banquet des politiques*, Paris, Kimé.

> « La raison éclaire tous les hommes, elle est la lumière, ou plus précisément, ne s'agissant pas d'un rayon, mais d'un faisceau, les Lumières. »[125]

L'Encyclopédie, symbole des Lumières et du Savoir

Première encyclopédie française, l'*Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, rédigée de juin 1751 à décembre 1765, sous la direction de Diderot et D'Alembert[126] (image 11), constitue un ouvrage majeur du XVIII[ème] siècle, du siècle des Lumières. Sans même parler ici des savoirs qu'elle regroupe ou du travail qu'elle a représenté pour cette époque, les finalités dont la chargent ses auteurs deviennent un symbole de l'œuvre des Lumières, une arme politique et, à ce titre, l'objet de nombreux rapports de force entre les éditeurs, les rédacteurs, le pouvoir séculier et ecclésiastique.

Ainsi, une des préoccupations majeures des encyclopédistes est la mise du savoir à la portée de tous (on retrouve cette volonté dans la multiplication des illustrations, très critiquée par certains car traduisant un matérialisme trop bourgeois). Mais, plus que tout, c'est bien leur idéal philosophique que les encyclopédistes ont fait passer à travers leur œuvre : mesurer les connaissances à l'aune de la raison et fournir un matériel pour – comme Diderot le proclame dans l'article « Encyclopédie » – « changer la façon commune de penser ». Et de poursuivre, dans ce même article :

> « Le but d'une encyclopédie est de rassembler les connaissances éparses sur la surface de la terre, d'en exposer le système général aux hommes avec qui nous vivons, et de le transmettre aux hommes qui viendront après nous ; afin que les travaux des siècles passés n'aient pas été des travaux inutiles pour les siècles qui succéderont ; que nos neveux, devenant plus instruits, deviennent en même temps plus vertueux et plus heureux, et que nous ne mourions pas sans avoir bien mérité du genre humain. »

Durant « l'aventure éditoriale », Diderot écrira cette lettre qui, elle aussi, montre l'attachement des Lumières au savoir :

> « Ce qui caractérise le philosophe et le distingue du vulgaire, c'est qu'il n'admet rien sans preuve, qu'il n'acquiesce point à des notions trompeuses et qu'il pose exactement les limites du certain, du probable et du douteux. Cet ouvrage produira sûrement avec le temps une révolution dans les esprits, et j'espère que les tyrans, les oppresseurs, les fanatiques et les intolérants n'y gagneront pas. Nous aurons servi l'humanité. » (Lettre de Diderot à Sophie Volland, datée du 26 septembre 1762).

Jules Michelet, dans son *Histoire de France*, écrira ainsi :

> « L'Encyclopédie, livre puissant, quoi qu'on ait dit, qui fut bien plus qu'un livre, – la conspiration victorieuse de l'esprit humain. »[127]

---

[125] SOBOUL A., 1978, *La Civilisation et la Révolution française*, Paris, Arthaud.

[126] DIDEROT D. et D'ALEMBERT J., 1751 à 1765, *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, divers éditeurs.

[127] MICHELET J., 1893, *Histoire de France*, Paris, Flammarion, "Édition définitive, revue et corrigée", 16 volumes.



Image 11 Frontispice de l'Encyclopédie, de Diderot et D'Alembert.
L'Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers fut publiée de juin 1751 à décembre 1765, sous la direction de Diderot et D'Alembert. On voit la Vérité rayonnante de lumière et, à droite, la Raison et la Philosophie lui arrachant son voile (peint par Charles Nicolas Cochin et gravé par Benoît-Louis Prévost en 1772).

CHAPITRE 2 :

UNE NUIT URBAINE SOUS ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

> « La lumière jaillissant de l'électricité a servi d'abord à éclairer les galeries souterraines des mines ; le lendemain, les places publiques, les rues ; le surlendemain, les usines, les ateliers, les magasins, les spectacles, les casernes ; le jour d'après, l'intérieur de la famille. Les yeux, en présence de ce radieux ennemi, ont fait bonne contenance, mais, par degrés, est survenu l'éblouissement, éphémère au début, puis périodique, puis, en fin de compte opiniâtre. »
>
> *Paris en songe*, Jacques Fabien (1863).

2.1 LA QUÊTE DU « SOLEIL PERMANENT »

2.1.1 L'avènement de l'éclairage artificiel

La plupart des approches historiques de l'éclairage sont axées sur les différentes techniques d'éclairage et leur évolution[128], ou bien encore sur des villes particulières[129]. L'approche rapide proposée ici, comme chez Mosser[130], a pour but de coordonner les différentes étapes de l'éclairage des villes avec les systèmes de représentation liés aux autres domaines de l'organisation de la vie urbaine, de considérer l'éclairage des villes comme faisant partie d'un contexte de pensée et de pratique sur celles-ci. C'est donc l'histoire des rôles de l'éclairage vis-à-vis des espaces urbains qui est mise en avant.

La naissance du premier éclairage s'apparentant à un éclairage urbain en France est souvent datée de l'époque de Saint Louis, en 1258, alors que le Prévôt de Paris ordonne que chaque propriétaire éclaire sa façade à l'aide d'un « pot-à-feu », ou bien encore en 1318, lorsque Philippe V ordonne qu'une chandelle soit entretenue toute la nuit à la porte du Châtelet de Paris pour « déjouer les entreprises qui se perpétuent jusque sur la place ». Jusqu'à la moitié du XVII^{e} siècle, différentes ordonnances se succèderont et indiqueront de plus en plus précisément comment il convient d'éclairer les rues, mais elles resteront sans grand effet[131].

---

[128] DERIBERE M. et DERIBERE P., 1979, *Préhistoire et histoire de la lumière*. Paris, France Empire.
SCHIVELBUSCH W., 1993, *La nuit désenchantée. À propos de l'histoire de l'éclairage électrique au XIX^{e} siècle*. Paris, éditions du Promeneur.

[129] GAILLARD M., 1994, *Paris ville lumière*, Paris, Martelle.
DELEUIL J.-M., 1994, *Lyon la nuit. Lieux, pratiques et images*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon.

[130] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[131] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

2.1.1.1 Les premiers dispositifs d'éclairage des rues

Les principes de l'Art Urbain

À partir du XV^e^ et surtout du XVI^e^ siècle, la ville est pensée au travers des principes de l'art urbain, et ceux-ci se reflètent dans l'éclairage des rues et les illuminations festives royales. Les illuminations représentent le pouvoir des prélats et de la noblesse. L'utilisation du feu comme expression de joie est déjà ancienne, mais les illuminations festives qui rythment la vie de la cour durant l'Ancien Régime sont conçues comme des manifestations de puissance et de richesse, mettant en œuvre la symbolique destructrice de la flamme, et étalant un gaspillage sans équivoque au regard du coût du matériel détruit (bougies de cire, extrêmement coûteuses). L'éclairage des rues, quant à lui, traduit la volonté de composition urbaine qui est de corriger formellement le désordre de la ville médiévale. Au-delà de la logique sécuritaire du maintien de l'ordre dans laquelle est conçu l'éclairage, ce dernier est aussi envisagé en termes d'ordonnancement : à cause du faible pouvoir éclairant des sources lumineuses de l'époque, celles-ci servent surtout une logique de repérage de la structure des espaces urbains, servent à prolonger, la nuit, l'ordre spatial de la ville[132] .

L'éclairage public des rues voit son véritable départ à la fin du XVII^e^, et surtout durant le XVIII^e^ siècle, glissant de cette conception initiale de composition urbaine à des stratégies de maintien de l'ordre dans la ville, de fonctionnalité et d'hygiène. À partir du milieu du XVII^e^ siècle, de vrais dispositifs d'éclairage urbain sont mis en place, comme des lanternes spécialement adaptées à un éclairage fixe des rues. Ainsi, la lanterne à huile du Hollandais Jan van des Heyden est utilisée à Amsterdam dès 1669 et, en un demi siècle, les grandes villes d'Europe se mettent à éclairer leurs rues, suivant les précurseurs que sont Paris et Londres[133] .

La rue soumise à l'ordre d'un État absolutiste

C'est tout d'abord l'avènement de la mesure mécanique du temps, et avec elle la fixation des horaires de la journée de travail, qui va faire naître l'idée d'un éclairage fixe dans les rues, au XVI^e^ siècle. Mais celle-ci coïncide également avec la réglementation des usages des espaces urbains – à des fins politiques, fonctionnelles, sanitaire – et, par là, avec la naissance de l'idée d'espace communal, d'espace public s'opposant au droit clanique et à celui des grandes familles. L'implantation régulière des lanternes, en terme de hauteur et d'espacement, est faite simultanément aux recherches de régularité et de symétrie des plans, de géométrie des compositions autour de la place royale, et donc sous l'influence du rationalisme comme logique dominante de l'époque.

L'éclairage public naît donc, à la fin du XVII^e^ siècle, en lien fort avec une volonté de soumettre la rue à l'ordre et au contrôle du nouvel État absolutiste. L'éclairage s'inscrit

[132] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[133] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

ainsi dans le cadre plus large d'un ensemble de procédures visant à quadriller, contrôler, mesurer et discipliner les individus[134]. Mosser remarque ainsi que « les dates charnières du démarrage de l'éclairage public urbain soulignent […] sa corrélation avec l'organisation de l'appareil policier. Les ordonnances qui instaurent l'éclairage des rues (en 1667 pour Paris, en 1697 pour les autres villes) sont celles du lieutenant de police La Reynie, choisi par Louis XIV sur les conseils de Colbert, pour appliquer le mot d'ordre "clarté et sûreté" »[135].

« Après minuit, chaque lanterne vaut un veilleur de nuit »[136]

À partir de la deuxième moitié du XVIII[e] siècle, les principales villes de France bénéficient d'un dispositif d'éclairage public. Les techniques d'éclairage vont alors évoluer rapidement, profitant des travaux de Lavoisier sur la combustion. L'amélioration de l'intensité lumineuse est permise à la fois par les progrès techniques sur la source elle-même, mais également par ceux sur les éléments optiques que sont les réflecteurs et lentilles (la lanterne à réflecteur est ainsi mise au point dans les années 1760). Ils amènent à une plus grande visibilité dans la ville nocturne, toujours liée aux nouvelles stratégies de sécurité à l'œuvre, celles-ci n'étant pas sans rappeler les approches actuelles de la prévention situationnelle par l'éclairage. Foucault nous donne ainsi l'exemple du Panoptique de Jeremy Bentham, cette tour d'incarcération bâtie sur un plan permettant à une seule personne, en position centrale, de surveiller tous les captifs :

> « De là l'effet majeur du Panoptique : induire chez le détenu un état conscient et permanent de visibilité qui assure le fonctionnement automatique du pouvoir. Faire que la surveillance soit permanente dans ses effets, même si elle est discontinue dans son action, que les détenus soient pris dans une situation de pouvoir dont ils sont eux-mêmes les porteurs. »[137]

La meilleure des polices est ainsi celle que chaque individu porte en lui, sous l'effet d'une surveillance avérée ou potentielle : plutôt que de multiplier les actions fortement visibles de maintien de l'ordre (gardes et rondes de nuit, par exemple), il s'agit par la visibilité de *signifier* à chacun qu'il est potentiellement surveillé. Ainsi, « la surveillance effective devient moins importante que l'idée constante, pour chacun, d'une surveillance possible ; la surveillance active continue n'est donc plus nécessaire, permettant une économie des forces de police. »[138]

À partir de la fin du XVIII[e] siècle, la dimension sécuritaire de l'éclairage quitte les préoccupations apparentes de la société, et ce jusqu'au début du XX[e] siècle où elle

---

[134] FOUCAULT M., 1975, *Surveiller et punir : naissance de la prison*, Paris, Gallimard.
Cité par MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[135] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis, p. 24.

[136] Maxime citée par SCHIVELBUSCH W., 1993, *La nuit désenchantée. À propos de l'histoire de l'éclairage électrique au XIX[e] siècle*. Paris, éditions du Promeneur.

[137] FOUCAULT M., 1975, *Surveiller et punir : naissance de la prison*, Paris, Gallimard. Chapitre III : le panoptisme, p. 228-264.

[138] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis, p. 25.

réapparaîtra par le biais de la fonction de sécurisation des déplacements automobiles puis dans la thématique de la prévention situationnelle à la fin du XXe siècle. Mais si l'attention sociétale n'est plus focalisée sur cette dimension sécuritaire, c'est bien parce que celle-ci a été pérennisées, assimilée, et donc oubliée. Deleuil et Toussaint rapportent ainsi cette déclaration d'un conseiller municipal de Paris, datée de 1890 :

> « Nous sommes convaincus qu'un peu de vive lumière ferait plus pour la tranquillité et la sécurité publiques que le passage, peu fréquent d'ailleurs, des deux agents traditionnels. »[139]

Ou bien encore celle d'un élu lyonnais, durant un conseil municipal, en 1905 :

> « Un candélabre coûte moins cher qu'un policier. »[140]

2.1.1.2 Gaz, électricité : logique de réseau et de fonctionnalisation

Le gaz, ou la mise en réseau des luminaires

Au XIXe siècle, le développement des techniques d'éclairage au gaz, puis à l'électricité, permet la mise au point de luminaires toujours plus brillants et efficaces. Leur application est organisée par les autorités centrales et locales, notamment le maire qui peut organiser ses services conformément au budget communal depuis la Révolution[141]. Dubois note qu'« au milieu du XIXe siècle, le progrès de l'éclairage au gaz s'imposait par-delà le politique, personne n'en aurait fait l'économie. Ce qui, en retour, n'exclut pas son utilisation par le politique. »[142] Les commentaires de l'époque parlent de « soleils artificiels », dénotant bien l'impression lumineuse délivrée par les lanternes au gaz. Celles-ci offrent des avantages indéniables par rapport aux lampes à huile ou aux chandelles préexistantes (entretien, réglage de l'intensité lumineuse simultanée pour toutes les lanternes connectées à une même conduite). Avec le gaz, une autre étape décisive est franchie : celle du déport du combustible du lieu de combustion, celle de la mise à distance de la production par rapport au lieu de consommation. Cette logique se poursuivra lors du passage à l'éclairage électrique, menant aux logiques actuelles de production, transport et fourniture d'électricité (voir deuxième partie de ce travail).

La logique de réseau joue donc un rôle fondamental dans la mise en œuvre de l'éclairage au gaz. Cela traduit bien les concepts de ce que Françoise Choay a appelé le *préurbanisme*, cet « ensemble de textes et de réalisations dus à des penseurs politiques et sociaux du XIXe siècle, dont la démarche, marquée au coin de l'utopie, anticipe et préfigure celle de

---

[139] DELEUIL J.-M. et TOUSSAINT J.-Y., 2000, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Annales de la recherche urbaine*, n° 87, dossier « Nuit et lumières », p. 52-58.

[140] DELEUIL J.-M. et TOUSSAINT J.-Y., 2000, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Annales de la recherche urbaine*, n° 87, dossier « Nuit et lumières », p. 52-58.

[141] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[142] DUBOIS C., 1991, « Réverbères et becs de gaz », *Autrement* – Lumière, depuis la nuit des temps, n° 125, série Mutation, (sous la dir. de) CZECHOWSKI N., p. 48-61.

l'urbanisme. »[143] Ce *préurbanisme* s'appuie sur une démarche hygiéniste qui met en avant la dimension circulatoire des espaces urbains, avec des mots-clés tels que « assainissement » et « circulation en réseau ». La première moitié du XIX[e] siècle voit ainsi se développer le réseau viaire, le réseau d'eau, le réseau d'égouts[144]. L'haussmannisation de Paris, puis de nombreuses villes de province dénote l'engouement particulièrement fort pour cette démarche d'assainissement des espaces urbains. L'urbanisme de voirie bat son plein, procédant de plans d'alignement afin de définir clairement la séparation entre propriété privée et voie publique – là encore pour des raisons de sécurité, d'ordre et de salubrité – et d'une rationalisation de l'intervention urbanistique. Haussmann fonde ainsi en 1861 un laboratoire d'éclairage public, en charge d'expérimentations autour du pouvoir éclairant des luminaires[145].

L'émergence de la pensée fonctionnelle de la ville

Le contexte de l'époque est aussi, et surtout, celui de l'émergence de la pensée fonctionnelle de la ville, notamment par le biais de la fonction de circulation qui prend une importance considérable. Les transports de surface tels que les omnibus et tramways se développent, et c'est l'avènement des voies publiques. L'impression visuelle et l'esthétique jouent un rôle important dans ce modèle progressiste du *préurbanisme* qui fait la part belle à une austérité reflétée par les installations d'éclairage dont l'implantation est d'une régularité parfaite, servant ainsi à souligner les grandes perspectives haussmanniennes[146].

L'éclairage électrique fait son apparition dans les années 1840, impressionnant fortement les observateurs et reléguant l'éclairage au gaz à un statut dépassé. La lampe à arc équipe un premier dispositif permanent d'éclairage électrique à Paris, en 1873, mais ce n'est qu'avec l'invention de la lampe à incandescence (celle-ci pouvant être montée en série, contrairement à la lampe à arc) par Edison, en 1878, que les sources électriques vont supplanter progressivement le gaz, marquant ainsi le début de l'installation de l'éclairage électrique dans les villes, tout de suite très apprécié pour son intensité lumineuse. Un rapport municipal de Paris, en 1889, estime que « ce mode d'éclairage donne une très grande augmentation de lumière : et c'est en effet là son seul motif d'exister. »[147] La publicité lumineuse commence en France à la toute fin du XIX[e] siècle, illuminant, à la suite des « cafés tapageurs aux lustres éclatants »[148] de Rimbaud, les salles de spectacles, boutiques et vitrines. Au début des années 1900, Paris est ainsi devenue une « ville

[143] CHOAY F. et MERLIN P., 1988 (2009), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Paris, Presses Universitaires de France, p. 708. L'expression *préurbanisme* a été créée dans CHOAY F., 1965, *L'urbanisme, utopies et réalités*. Paris.

[144] BARLES S. et GUILLERME A., 1998, « Guide pratique de la voirie urbaine n° 1 : Histoire, statuts et administration de la voirie urbaine », *Revue Générale des Routes*, n° 776, p. 5.

[145] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[146] MOSSER S., 2003, *Eclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

[147] Cité par MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*. Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis, p. 33.

[148] RIMBAUD A., 1870 (1895), « Roman », *Poésies complètes*, Paris, Vanier.

lumière », image qu'elle cultive encore de nos jours. Guy de Maupassant écrit ainsi dans *Clair de lune* :

> « Je gagnai les Champs-Élysées où les cafés-concerts semblaient des foyers d'incendie dans les feuillages. Les marronniers frottés de lumière jaune avaient l'air peints, un air d'arbres phosphorescents. Et les globes électriques, pareils à des lunes éclatantes et pâles, à des œufs de lune tombés du ciel, à des perles monstrueuses, vivantes, faisaient pâlir sous leur clarté nacrée, mystérieuse et royale, les filets de gaz, de vilain gaz sale. »[149]

2.1.2 1930-1980 : éclairer pour le déplacement

2.1.2.1 La ville automobile et la formalisation des principes d'éclairagisme

Entre les deux guerres, une ville soumise à l'automobile

Durant la période de l'entre deux guerres, l'automobile soumet la ville, et la rue est considérée comme une route. L'éclairage est alors pensé encore plus fortement en termes de circulation et de voirie, devant souligner les obstacles à la vitesse de l'automobile, devenant avant tout, et même en ville, un éclairage routier.

Les méthodes de conception sont alors rationalisées avec la mise au point de standards d'éclairage et l'apparition d'ouvrages d'éclairagisme, à la fin des années 1920, comme *Les méthodes modernes d'éclairage* de Joseph Wetzel[150] et le *Manuel de l'éclairage* de Louis Fourcault[151]. Ces méthodes trouvent comme moyen de diffusion de nouvelles formations d'ingénieurs-éclairagistes à l'École Spéciale de Travaux Public et à l'École Supérieure de l'Électricité. Les sources lumineuses elles-mêmes font l'objet d'intenses recherches et innovations technologiques adaptées aux critères formulés dans les ouvrages de recommandations. Les tubes luminescents sont mis au point en 1910, les sources au mercure haute pression en 1929, celles au sodium basse pression en 1932, les sources fluorescentes basse tension en 1936, puis les tubes fluorescents durant la Seconde Guerre Mondiale.

Naissance de la CIE et de l'AFE

Plusieurs institutions voient alors le jour afin de diffuser ces différents développements. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) est créée, avec pour objectif une coopération internationale sur « toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage ». L'Association Française de l'Éclairage (AFE) regroupe en 1930 des fabricants et des praticiens. La revue *LUX* est créée en 1928 par Joseph Wetzel.

---

[149] DE MAUPASSANT G., 1889, « Clair de lune », *Oeuvres complètes de Guy de Maupassant*, Paris, Louis Conard.

[150] WETZEL J., 1926, *Les méthodes modernes d'éclairage. Technique de l'utilisation de la lumière*, Paris, Léon Eyrolles.

[151] FOURCAULT L., 1928, *Manuel de l'éclairage et applications pratiques : Aux ateliers, magasins, habitations, voies publiques, etc.*, Paris, Dunod

L'urbanisme moderne des Trente Glorieuses

Après la Seconde Guerre Mondiale, le courant progressiste s'installe, aidé par un cadre sociopolitique propice : la nécessaire reconstruction et le développement de l'intervention de l'État dans des domaines de plus en plus larges économiquement et socialement. L'État impulse ainsi plusieurs politiques prioritaires, dont le logement et les grandes infrastructures de transport, offrant un contexte d'aménagement centralisé. L'éclairage public reste cependant de la compétence des communes mais cette mission s'inscrit maintenant dans une logique de coordination entre communes et conseils généraux, afin de garantir une certaine uniformité entre les différentes villes des agglomérations, le tout soutenu financièrement par les départements et l'État grâce à des moyens financiers plus importants qu'auparavant. Les objectifs des opérations d'éclairage sont ré-explicités dans de nouveaux ouvrages ; EDF publie en 1958 le premier *Code de bonne pratique*[152], et l'AFE fait paraître en 1961 les premières *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*[153], suivies des premières *Recommandations internationales*[154] de la CIE en 1965. Dans le *Code de bonne pratique* d'EDF, on pouvait lire le résumé suivant des rôles de l'éclairage en ville :

> « Pour les voies urbaines, à l'exigence d'un éclairage efficace s'ajoute désormais celle d'une ambiance lumineuse agréable, où la chaussée, les trottoirs, les façades, et dans les voies plantées, les frondaisons, vont être les éléments d'un véritable décor de lumière, au milieu duquel on doit pouvoir séjourner ou se déplacer sans éprouver ni éblouissement, ni inconfort visuel. Le niveau d'éclairage réalisé et le caractère de l'installation doivent évidemment s'inspirer de la classe de voie et du trafic de voitures et de piétons qui la parcourt. Dès lors, l'éclairage public d'une agglomération doit faire l'objet d'un plan d'ensemble qui s'intègre au plan d'urbanisme. Les voies majeures à grande circulation doivent, par un éclairage magnifique, dessiner l'ossature de la ville. Bien entendu, le choix des supports (candélabres ou consoles) et des luminaires devront être faits chaque fois avec le plus grand soin, en fonction du décor urbain auquel ils sont destinés […]. Quant aux monuments historiques, aux parcs publics, aux beaux sites, dont la ville est justement fière, leur mise en valeur devra être particulièrement soignée, et réalisée de manière à constituer aux yeux des promeneurs, de véritables tableaux où les jeux d'ombres, de lumières, de couleurs, et les rapports de luminance (inconscients pour le spectateur, mais scrupuleusement étudiés) concourront à révéler l'âme des choses, et à créer l'émotion recherchée. C'est au prix de beaucoup d'expérience, de soin et de prudence que l'éclairage public réussira à jouer ce rôle ambitieux mais très beau : dessiner le visage nocturne de nos cités. »[155]

C'est à échelle très vaste que sont appliqués ces principes d'urbanisme moderne durant les Trente Glorieuses, du fait de l'ampleur du chantier de reconstruction et de la reprise démographique de la fin des années 1950, avec un phénomène de généralisation et

[152] EDF, 1958, *Le code de bonne pratique d'éclairage public et de signalisation lumineuse*, Paris, EDF.
[153] AFE, 1961, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.
[154] CIE, 1965, *Recommandations internationales*.
[155] EDF, 1958, *Le code de bonne pratique d'éclairage public et de signalisation lumineuse*, Paris, EDF, p. 7.

d'uniformisation : l'éclairage public est appliqué en quantité et de façon uniforme, sur les nombreux travaux de l'époque ainsi que pour les rénovations des installations existantes. Dans le même temps où l'espace urbain se résume souvent à un système de circulation et stationnements, l'éclairage public est défini par sa fonction d'assurance de la sécurité, de la rapidité et du confort de la circulation. Mosser (2003) rappelle ainsi que « toutes les villes éclairent suivant ces recommandations, et grâce à un matériel commun le plus efficace du point de vue énergétique : les tubes fluorescents, introduits sur les routes en 1947, et surtout les ballons fluorescents ». Raymond Schuster, directeur du patrimoine de la communauté urbaine de Strasbourg notait en 1992 : « On pouvait grâce à elles [les lampes à vapeur de mercure puis celles au sodium basse pression] avoir plus de lumière et dépenser moins, et les techniciens de l'époque – dont j'étais – ne s'en sont pas privés. Des dizaines de milliers de lampadaires ont été ainsi alignés par centaines de kilomètres de voies dans la plus parfaite uniformité. »[156] Ainsi, à l'augmentation du trafic nocturne des années 1960, répond celle de la quantité de lumière artificielle le long des voies.

Les années 1970 sont marquées par une certaine remise en cause de la plupart des principes de conception des aménagements urbains de l'ère du fonctionnalisme. Mais cette remise en cause ne sera répercutée sur l'éclairage urbain que bien plus tard, à la fin des années 1980, la conception de l'éclairage restant longtemps focalisée sur la dimension routière (Mosser, 2003). Les pratiques évoluent donc lentement, avec des réhabilitations de quartiers anciens dans lesquels l'attrait des lanternes de style est croissant (la plupart des historiens de l'art ne reconnaissent aujourd'hui aucune valeur à ce type de lanternes) ; avec des spectacles son et lumière, et autres illuminations festives, qui se développent, etc. Mais dans beaucoup de lotissements résidentiels périphériques – qui connaissent un fort développement – l'éclairage reste loin des préoccupations concernant la qualité de vie qui restent centrées sur l'habitat plus que sur les espaces extérieurs, et des lampadaires de type « boules » sont installés.

Les efforts qualitatifs se ressentent essentiellement, durant cette période, en termes d'innovations technologiques, avec une recherche d'un meilleur confort et d'ambiances lumineuses (tonalités et rendus colorés). Paris fait naître en 1973 la différentiation voie/trottoir, avec l'utilisation de deux hauteurs et deux tonalités de sources différentes. Mais cette attention particulière pour le piéton reste dans la continuité de la logique fonctionnaliste de séparation des flux de circulations, et ces innovations ne mettent pas en jeu une redéfinition du rôle de l'éclairage vis-à-vis de la vie sociale : le paysage nocturne urbain des années 1950 à 1980 est encore essentiellement produit par et pour l'éclairage routier.

[156] Revue LUX, 1992, n° 170, p. 34. Cité par MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis, p. 38.

« Méfie-toi de ceux qui confondent l'éclairage et la lumière. »

Quelqu'un d'autre, Tonino Benacquista

2.2 LES FONCTIONS DE L'ÉCLAIRAGE URBAIN AUJOURD'HUI

2.2.1 Des fonctions dites « consensuelles »

Le consensus sur les nouvelles fonctions de l'éclairage urbain est lisible dans la critique unanime des démarches centrées sur les aspects quantitatifs de l'éclairage de voirie, mises en place durant la période fonctionnaliste. Dès 1984, on pouvait lire dans la revue des collectivités locales qu'« aujourd'hui malheureusement, il est assez courant d'avoir à déplorer que l'éclairage soit ramené à un seul but fonctionnel, avec des niveaux lumineux souvent excessifs, dont l'aspect cadre de vie [est] négligé »[157]. Dans la majorité des pays du monde, les politiques d'éclairage sont concentrées sur la question de la sécurité des routes principales, au détriment des voies secondaires, des quartiers résidentiels et des aspects sociaux de l'insécurité et de la qualité esthétique. Ainsi, des démarches alternatives à cette conception de l'éclairage sont mises en place, toujours de façon consensuelle, avec pour maître mots « qualité » et « multifonctionnalité ». Celles-ci placent sur un même plan tous les rôles de l'éclairage public, sans donner l'avantage à la voirie ou à l'aspect sécurité de circulation automobile. Cette nouvelle pensée de l'éclairage s'est traduite par un changement de vocable, bannissant le terme « éclairage » jugé trop restrictif, et lui préférant le terme « lumière » ou « lumière qualitative » afin de glisser vers une dimension symbolique, artistique et esthétique de la lumière, permettant de voir, mais aussi de penser.

2.2.1.1 Une dépendance des activités nocturnes à la lumière

Des activités nocturnes de plus en plus développées, un temps convoité

Si la nuit trouve désormais sa place dans les débats politiques, économiques, sociaux et environnementaux, c'est bien parce qu'elle est un temps de plus en plus convoité par les différents acteurs de la ville, et parce qu'elle voit se développer en son sein de plus en plus d'activités autrefois réservées à la période diurne. Aussi, avant d'analyser plus en détails les rôles qui sont aujourd'hui attribués à la lumière, il nous faut préciser que l'homme, quoi qu'il entreprenne, est aujourd'hui sous dépendance de la lumière. Durant des millénaires,

[157] *Revue des Collectivités Locales*, n° 200, p. 15.

la nuit a forcé l'homme à arrêter ses activités mais, par l'avènement progressif de l'éclairage artificiel, la course à l'activité 24 heures sur 24 a « enfin » pu démarrer. Bien sûr, il s'agit là d'une course effrénée aux seules activités qui vaillent : production et consommation. « La vie moderne » ne tolère le repos nocturne que s'il est facteur de gain de productivité pour la journée du lendemain et/ou (l'idéal étant « et ») moment de consommation des activités offertes durant ce temps.

La diminution continue du temps de travail depuis 1936 permet l'utilisation de plus en plus grande de plages horaires autrefois réservées au travail : ainsi dégagés de ces contraintes (physiquement mais aussi mentalement) nous pouvons, aujourd'hui bien plus qu'avant, vaquer à des occupations toujours plus variées durant nos soirées. Il est cependant à noter que le temps, s'il est hors du travail, n'est pas forcément libre pour autant : la *time-geography* nous montre que de plus en plus de contraintes pèsent sur le temps des ménages, amenant parfois à un emploi du temps hors travail très « serré », fait de déplacements multi-tâches[158].

L'interdépendance des activités et leur dépendance à la lumière

Si le temps consacré aux loisirs est effectivement de plus en plus important, notamment en soirée, il nous faut garder à l'esprit que cette augmentation, pour certains, de la vacance nocturne a forcément pour effet d'augmenter, pour d'autres, le travail durant ce temps : pour qu'il y ait une ville qui s'amuse (pour reprendre les termes souvent employés par Gwiazdzinski), il faut une ville qui travaille. Il faut ainsi une ville qui serve la ville qui s'amuse aux comptoirs des bars et boîtes de nuit ; il faut une ville qui assure les représentations des théâtres et salles de concerts ; il faut une ville nocturne qui nettoie, pour la régénérer, la ville diurne ; enfin, il faut une ville qui secoure et une qui maintienne l'ordre établi par le contrat social. La ville qui dort, elle, se passerait bien souvent de la ville qui s'amuse et fait naître de façon récurrente des conflits de voisinage ; mais elle a tout de même besoin de la ville qui travaille (celle qui surveille et secoure, notamment).

Pour toutes ces activités, l'homme a besoin de la lumière. Il en est dépendant comme d'une drogue s'il veut continuer à maintenir, voire augmenter, toutes ces activités différentes. La lumière artificielle joue donc aujourd'hui plusieurs fonctions, dites – relativement à tort – « consensuelles », qu'il convient d'expliciter.

2.2.1.2 La sécurisation des déplacements : voir et être vu

Faciliter la tâche visuelle du conducteur

La première fonction attribuée aujourd'hui à l'éclairage urbain reste une fonction de sécurisation des déplacements, que ce soit par la sécurité de circulation ou la sécurité des biens et des personnes. Il s'agit donc pour l'éclairage d'assurer les conditions de visibilité

[158] THEVENIN T., CHARDONNEL S. et COCHEY E., 2007, « Explorer les temporalités urbaines de l'agglomération de Dijon », *Espace, Population, Sociétés*, vol. 2-3, p. 159-164.

optimales pour la sécurisation des déplacements, notamment des déplacements motorisés et de leur interaction avec les déplacements piétonniers.

La sécurité liée à la circulation automobile et celle des personnes sont certainement les éléments qui portent la plupart des projets d'éclairage, routiers ou urbains. L'éclairage des voies publiques constitue un moyen efficace d'assurer la sécurité et le confort des usagers, permettant, par une amélioration de la visibilité :

- de favoriser la sécurité et les déplacements ;
- de limiter la perte de capacité visuelle liée à l'éblouissement causé par les feux de croisement des véhicules se déplaçant en sens inverse ;
- d'améliorer l'appréciation des distances la nuit.

Pour l'usager, il s'agit donc de percevoir distinctement les points singuliers et les obstacles éventuels, fixes ou mobiles. Cette perception permet à l'usager d'évaluer, avec certitude et en temps utile, leur position, leur direction et leur vitesse de déplacement, améliorant ainsi grandement la tâche de navigation. Le rôle signalétique de la lumière, permettant de souligner un axe, d'indiquer une direction ou d'affirmer une intention est donc primordiale (image 12). La lumière permet de marquer une perspective, de dessiner une trajectoire, guidant ainsi le citadin dans une nuit qui efface quantité de signes et d'informations visuelles, perturbant la perception que l'on peut avoir d'un lieu en journée. Pour la sécurité du piéton, il convient ainsi d'assurer la visibilité des bordures de trottoirs, des véhicules, l'identification des obstacles et des autres piétons circulant dans les mêmes espaces.



Image 12 Éclairage fonctionnaliste pour sécuriser les déplacements.
Photographie longue pause de la rocade de Dijon, montrant un éclairage fonctionnaliste servant à sécuriser les déplacements à grande vitesse sur cette voie. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Une plurimodalité rendant la tâche plus complexe

L'AFE, dans ses *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*[159], définit la tâche visuelle du conducteur, et celle du piéton. La tâche visuelle du conducteur d'automobile et de deux roues apparaît complexe. Il doit :

- accomplir un déplacement qui nécessite une information visuelle permanente de l'espace situé devant lui ;
- adapter son comportement lorsqu'il se trouve dans le flot des véhicules, ou dès que d'autres véhicules apparaissent dans son champ de vision ;
- prendre des décisions rapides pour dépasser, croiser les autres véhicules, éviter les obstacles. Une information sur la position et le mouvement des objets qui l'environnent est donc primordiale ;
- percevoir les autres usagers, piétons, deux roues.

La tâche visuelle du piéton est moins complexe, même s'il doit :

- accomplir un déplacement en détectant des obstacles éventuels ;
- identifier les autres piétons ;
- déceler rapidement la présence des véhicules ;
- apprécier l'éloignement et les mouvements de ces derniers ;
- être vu dans de bonnes conditions lorsqu'il traverse une rue.

Au cours de ses déplacements, l'usager a donc pour exigence la prise en compte des éléments nécessaires à son déplacement. La perception sûre et rapide est rendue possible grâce aux contrastes de luminance et à l'absence de gêne liée à l'éblouissement. Ce contraste est généralement obtenu entre l'objet et le fond. Pour un conducteur, le fond est constitué par la totalité du champ visuel, mais il comprend des objets spécifiques qui sont, par ordre d'importance décroissante :

- la chaussée et ses limites ;
- les accotements ou les trottoirs ;
- les façades et enseignes éventuelles ;
- le ciel, les points lumineux constitués par les luminaires et les lampes

En milieu urbain, le bâti, la densité et la diversité des usagers constituent des paramètres fondamentaux. La sécurité des usagers dépend donc de la prise de conscience de l'environnement dans lequel ils évoluent. Sur un fond clair le piéton sera vu en silhouette ; sur un arrière-plan sombre, il ne sera vu que par contraste positif, s'il est plus éclairé que l'arrière-plan.

Des conflits visuels entre éclairage public et éclairage privatif

En milieu périurbain, on rencontre plus de difficultés en termes d'exigences visuelles. L'environnement proche est constitué par un tissu urbain complexe, fait d'un ensemble de zones d'activités diverses, caractérisées par de nombreuses émissions de lumière pas toujours

[159] AFE, 2002, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.

contrôlées : éclairage des bâtiments et parkings en zones industrielles et commerciales, éclairage privé en zones résidentielles, etc. (images 13 et 14).



Image 13 Diversité de sources lumineuses en zone d'activités commerciales.
Photographie (panoramique par assemblage) d'une voie publique longeant une zone d'activités commerciales (Quétigny, 21). On peut voir sur cette image une grande diversité de sources lumineuses, ainsi que le relatif « effacement » de l'éclairage public par l'éclairage commercial privé. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

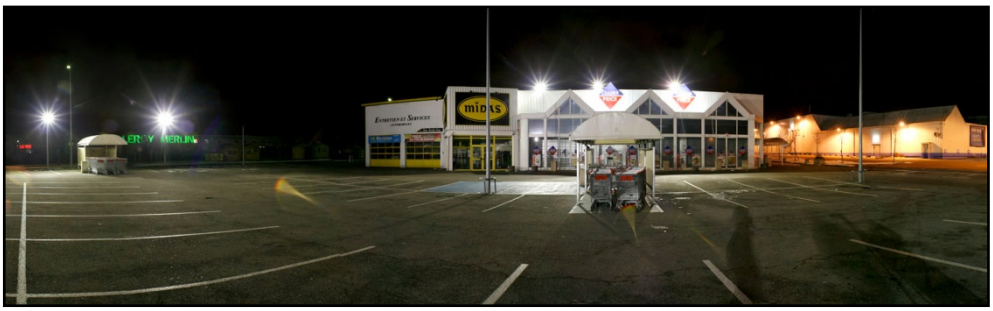


Image 14 Parking la nuit en zone commerciale.
Photographie (panoramique par assemblage) d'un parking en zone commerciale (Quétigny, 21), depuis la chaussée. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

La composition du trafic est multiple, tant du point de vue de sa nature que du type d'usagers : les véhicules légers côtoient une proportion importante de poids lourds, les usagers locaux croisent des usagers de passage ou en transit, itinérant de ville en ville, et ayant des comportements très différents. La présence importante d'échangeurs, de ronds-points, de zones de conflits (cisaillement entrées/sorties, ponts, courbures marquées, ruptures de perspectives, etc.) rend extrêmement délicate la tâche de navigation dans ces zones, où la visibilité de la trajectoire passe bien souvent après sa lisibilité, cette dernière étant déjà complexe, dans un enchevêtrement de panneaux directionnels ou d'information, d'affichages publicitaires et d'enseignes diverses attirant l'attention de l'usager, conducteur ou piéton (images 15 et 16).



Image 15 Échangeur routier périurbain.
Photographie (panoramique par assemblage) d'un échangeur routier périurbain (Mirande, 21). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



Image 16 Une rue en zone périurbaine.
Photographie (panoramique par assemblage) d'une rue en zone périurbaine (Mirande, 21) où se côtoient éclairage public, éclairages publicitaires multicolores, éclairages de parkings privatif. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

En rase campagne et en l'absence d'éclairage public, c'est la chaussée qui constitue le champ visuel de l'usager. Le risque d'éblouissement provient alors principalement de la vision des feux de véhicules venant en face, l'arrière plan non éclairé n'en atténuant pas les effets. L'entrée (et inversement la sortie) brusque d'une zone bâtie éclairée (village par exemple) créée également un éblouissement par un contraste très marqué et une transition rapide d'une zone non éclairée à une zone éclairée, et inversement.

La sécurité des biens et des personnes reste bien souvent le premier argument avancé par les décideurs des collectivités locales en faveur de l'éclairage public. Le discours français sur ce rôle de l'éclairage est ainsi très consensuel, et l'on peut lire dans *L'urbanisme lumière* de Dupont et Giraud[160] que « le constat est indéniable : si les communes éclairent bien, elles améliorent la sécurité nocturne. » La fonction de lutte contre la délinquance attribuée à la lumière est analysée en profondeur ci-après, faisant ressortir l'évolution actuelle qui consisterait plus à rendre à l'aise le passant qu'à permettre au policier de contrôler visuellement l'espace, s'inscrivant dans la logique de prévention situationnelle.

2.2.1.3 Prévention situationnelle et sécurité urbaine

L'éclairage urbain empêche-t-il la délinquance ? L'idée d'un impact fort de l'éclairage sur la sécurité est l'argument avancé prioritairement par les maires pour justifier un éclairage

[160] DUPONT J.-M. et GIRAUD M., 1993, *L'urbanisme lumière*. Paris, Sormans, collection guide pratique des élus.

public de masse. Il a été établi que des changements sur les conditions physiques environnementales peuvent réduire le passage à l'acte délinquant. Cette idée de prévention situationnelle sous-tend une grande partie des efforts actuels de réduction de la délinquance.



Image 17 Parking de zone commerciale, éclairé pour sa sécurisation.
Photographie (panoramique par assemblage) d'un parking de zone commerciale (Quétigny, 21) éclairé pour sa sécurisation via un contrôle par vidéosurveillance. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

La prévention situationnelle vise à concevoir, réaliser et gérer des projets d'urbanisme, d'aménagement d'espaces ou de constructions en ayant préalablement connaissance de l'environnement du projet en termes de sécurité, et ainsi pouvoir en tenir compte à tous les niveaux d'intervention (urbanisme, conception, construction, gestion, entretien et surveillance). Cette réflexion préalable permet d'anticiper les conséquences d'une situation existante d'insécurité sur le projet et d'imaginer aussi les conséquences du projet lui-même sur son environnement, et d'être ainsi à même de mettre en œuvre les mesures adaptées à la réduction des risques encourus (image 17). C'est éviter le passage à l'acte de ceux qui pourraient en être tentés, en agissant sur l'environnement immédiat des lieux possibles d'infractions. Améliorer l'éclairage urbain se situerait donc pleinement dans cette vision : augmenter la visibilité pourrait réduire les opportunités de crimes et délits, et augmenter la probabilité qu'un délinquant soit, après le passage à l'acte, interpellé.

Le sentiment d'insécurité face à la délinquance peut affecter les déplacements et les activités, contraindre la participation à des activités, générer un stress psychologique et devenir une limitation aux libertés individuelles. Il est communément accepté que l'éclairage des espaces publics est un élément clé pour combattre ce sentiment d'insécurité. L'éclairage urbain est soutenu par les professionnels de la sécurité, mais il l'est tout autant par les citoyens qui y trouvent une amélioration de l'utilisation de l'espace public, percevant moins la peur ou l'insécurité. Ainsi, deux théories principales tendent à montrer qu'une amélioration de l'éclairage peut entraîner une réduction de l'insécurité. La première suggère qu'une amélioration de l'éclairage augmente la visibilité, et donc facilite la surveillance des délinquants potentiels. La seconde avance l'idée qu'une amélioration de l'éclairage augmente l'occupation des rues, et que celles-ci s'en retrouvent donc améliorées du point de vue de leur cohésion sociale. La première théorie prévoit une décroissance des crimes et délits essentiellement durant les périodes nocturnes, tandis que la seconde

prévoit une amélioration générale des conditions sociales, et donc des impacts de jour comme de nuit.

Depuis les années 1960, une somme considérable d'études a été menée sur la question du lien entre l'éclairage public et la sécurité civile. L'importance de cette question a été renforcée ces dernières années avec la cristallisation de l'opinion publique sur les « violences urbaines ». Il ne s'agit pas ici de dresser une étude complète de la littérature existante sur le sujet, qui est d'une grande ampleur, mais bien plutôt d'analyser les questionnements qui ont sous-tendu ces études et ainsi d'observer les liens que la prévention situationnelle pensait démontrer entre lumière et sécurité urbaine.

Historique récent de la thématique éclairage/sécurité

Les impacts d'une amélioration de l'éclairage urbain sur la criminalité ont commencé à susciter l'intérêt aux États-Unis durant les années 1960, période de forte hausse de la criminalité dans plusieurs grandes villes, qui se sont alors lancées dans des programmes de rénovation de l'éclairage des axes principaux de circulation dans le but de réduire cette criminalité, et ce avec des résultats initiaux, sur le court terme, encourageants[161] .

La prolifération de projets de rénovation d'éclairage à travers l'Amérique du nord a mené à un examen détaillé par Tien *et al.*[162] des effets de l'éclairage sur la criminalité. Leur rapport décrit comment un panel de 103 projets d'éclairage a été par la suite réduit à un échantillon final de seulement 15 projets, considérés par l'équipe comme contenant une information suffisamment rigoureuse.

Tien *et al.*[163] ont conclu que les résultats étaient mitigés et généralement peu probants. Cependant, chaque étude a été considérée comme étant sérieusement affectée en raison de divers problèmes : mauvaise conception de l'étude, mauvaise utilisation ou absence totale de techniques analytiques rigoureuses, mesures insatisfaisantes de l'éclairage, peu de mesures de criminalité (et toutes basées uniquement sur des enregistrements de police), appréciation insuffisante de l'impact de l'éclairage sur certains types de crimes.

L'étude de Tien *et al.* aurait dû mener à des tentatives d'évaluation des effets de l'amélioration de l'éclairage en utilisant des concepts plus adéquats et des sources de mesure de la délinquance autres que les sources policières, telles que des enquêtes de victimation. Elle aurait également dû stimuler des efforts pour déterminer les circonstances exactes dans lesquelles l'amélioration de l'éclairage pourrait mener à une réduction de la délinquance. Malheureusement, il n'en a rien été, et cette étude a très vite été interprétée comme prouvant que l'éclairage n'a aucun effet sur la délinquance, stoppant toute nouvelle recherche sur le sujet aux États-Unis.

---

[161] WRIGHT R., HEILWEIL M., PELLETIER P. et DICKINSON K., 1974, *The Impact of Street Lighting on Crime*, Ann Arbor, University of Michigan.

[162] TIEN J.M., O'DONNELL V.F., BARNETT A. et MIRCHANDANI P.B., 1979, *Street Lighting Projects : National Evaluation Program, Phase 1 Report*, Washington, National Institute of Law Enforcement and Criminal Justice.

[163] TIEN J.M., O'DONNELL V.F., BARNETT A. et MIRCHANDANI P.B., 1979, *Street Lighting Projects : National Evaluation Program, Phase 1 Report*, Washington, National Institute of Law Enforcement and Criminal Justice.

Au Royaume-Uni, quelques études ont été menées sur les relations éclairage/sécurité jusqu'à la fin des années 1980[164], avec un intérêt plus marqué pour cette thématique entre 1988 et 1990, quand trois projets de petite taille de réfection d'éclairage ont été mis en application et évalués dans différents quartiers de Londres : à *Edmonton*, *Tower Hamlets* et *Hammersmith/Fulham*[165]. Dans chaque quartier, les troubles et le sentiment d'insécurité ont diminué, et l'utilisation piétonnière des rues s'est considérablement accrue après les rénovations d'éclairage.

Contrairement à ces résultats montrant un rôle généralement positif de l'amélioration de l'éclairage urbain, une étude sur le quartier de *Wandsworth* à Londres[166] a conclu que l'amélioration de l'éclairage n'avait aucun effet significatif sur les activités criminelles. Une autre revue émanant du même organisme, éditée simultanément, affirme également qu'un « meilleur éclairage a très peu d'effets sur les crimes et délits »[167]. Cependant, d'après d'autres auteurs, des signes tendent à montrer qu'une « amélioration » de l'éclairage pourrait avoir un effet réducteur sur la délinquance. Dans une étude plus récente, Pease considère ainsi que « la capacité de l'éclairage à influencer la criminalité est maintenant bien montrée »[168]. Il pense également que la discussion devrait être déplacée vers un débat plus productif : « comment peut-on, avec souplesse et imagination, incorporer l'éclairage dans une stratégie de réduction de la délinquance ? »[169]

Les principes de la prévention situationnelle

Des explications sur « comment l'amélioration de l'éclairage urbain pourrait empêcher la délinquance ? » peuvent être trouvées dans les approches dites de « prévention situationnelle » qui se concentrent sur la réduction des occasions de passage à l'acte en augmentant le risque perçu par les délinquants, et ce par une modification de l'environnement physique. On trouve également dans cette perspective l'importance de renforcer la cohésion sociale par une utilisation plus efficace des espaces publics et l'investissement dans le voisinage. C'est en 1961 que Jane Jacobs formule une hypothèse pionnière : les rues que s'approprient les piétons sont plus sûres[170]. La prise de conscience de cette relation entre environnement urbain et sécurité est à l'origine de la théorie du

[164] FLEMING R. et BURROWS J., 1986, « The case for lighting as a means of preventing crime », *Home Office Research Bulletin*, n°22, p. 14-17.

[165] Painter K.A., 1994, « The impact of street lighting on crime, fear, and pedestrian street use », *Security Journal*, n° 5, p. 116-124.

[166] ATKINS S., HUSAIN S. et STOREY A., 1991, « The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime », *Crime Prevention Unit Paper*, n° 28, London, Home Office.

[167] RAMSAY M. et NEWTON R., 1991, « The Effect of Better Street Lighting on Crime and Fear : A review », *Crime Prevention Unit Paper*, n° 29, London, Home Office

[168] PEASE K., 1999, « A review of street lighting evaluations : Crime reduction effects », PAINTER K. et N. TILLEY N. (sous la dir. de) *Surveillance of Public Space : CCTV, Street Lighting and Crime Prevention,* p. 47-76, Monsey, New York : Criminal Justice Press.

[169] PEASE K., 1999, « A review of street lighting evaluations : Crime reduction effects », PAINTER K. et N. TILLEY N. (sous la dir. de) *Surveillance of Public Space : CCTV, Street Lighting and Crime Prevention,* p. 47-76, Monsey, New York : Criminal Justice Press.

[170] JACOBS J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, New York, Random House.

Defensible Space (espace défendable), développée dès 1972 par Oscar Newman[171]. Celle-ci sera intégrée et reformulée par la suite dans d'autres corpus, généralement sous les termes de *Crime Prevention Through Environmental Design* (CPTED) ou *Situational Crime Prevention* (prévention situationnelle).

En France, le développement de la prévention de la délinquance entre les années 1980 et 2000 s'est fait pour l'essentiel en référence au modèle dit de la « prévention sociale ». Axée plutôt sur le long terme, la prévention sociale concerne les interventions qui visent, indirectement ou directement, à influer sur la personnalité et les conditions de vie des individus pour éviter la production de comportements déviants et réduire les facteurs sociaux prédisposant à la délinquance. Elle est plus ou moins ciblée sur les groupes à risques et les délinquants eux-mêmes.

Depuis quelques années, la prévention situationnelle est en pleine émergence. Elle est plus axée sur le court terme et la maîtrise de la tranquillité sur l'espace public que la prévention sociale. Orientée vers l'acte, la prévention situationnelle désigne, comme il a été dit, des mesures qui visent à supprimer ou à réduire les opportunités de commettre une infraction en modifiant les circonstances dans lesquelles ces infractions pourraient être commises. Elle s'attache à rendre plus difficile, plus risquée et moins profitable la commission des infractions par la dissuasion et la protection des « victimes potentielles » (notons ici que, dans la littérature – notamment anglo-saxonne – cette expression de « victimes potentielles » recouvre les personnes comme… les biens).

À partir des travaux et des expériences conduits aux États-Unis – notamment en matière d'urbanisme – la prévention situationnelle s'est développée ces dernières années en Europe, en particulier par l'intermédiaire de la Grande-Bretagne qui l'a intégrée comme politique publique de prévention et de lutte contre le crime.

Cette démarche repose sur trois prérequis théoriques :

- la théorie de l'activité routinière, ou théorie des opportunités, établissant un lien dans le temps et dans l'espace entre un délinquant probable, une cible vulnérable et l'absence de gardien crédible ;
- la théorie du choix rationnel selon laquelle le délinquant potentiel effectue une évaluation du gain escompté au regard de l'effort à réaliser et du risque encouru (logique coûts/avantages) ;
- la théorie de l'espace défendable qui lie la conception urbanistique des sites à la prévention de la criminalité (notamment au regard des possibilités de surveillance naturelle des lieux par leurs occupants offertes par la conception urbanistique et l'architecture).

[171] NEWMAN O., 1972, *Defensible Space : Crime Prevention Through Urban Design*, New York, Macmillan.

À partir de ces principes, la prévention situationnelle se développe selon un ensemble de techniques, récapitulées par Ronald Clarke[172], au nombre de 16, organisées autour de 5 axes :

- augmenter l'effort (protection des cibles, contrôle des accès, découragement du délinquant, contrôles des « *facilitors* », littéralement « facilitateurs ») ;
- augmenter les risques (contrôle des entrées et des sorties, surveillance formelle, surveillance par les employés, surveillance naturelle) ;
- réduire les gains (élimination des cibles, identification des biens, réduction de la tentation, suppression des bénéfices) ;
- réduire les incitations (réduction des frustrations et des situations de stress, prévention des conflits, réduction des tensions, entrave aux actes d'imitation) ;
- empêcher la justification par un affichage de la règle et de la norme (facilitation du respect de la loi, contrôle des « désinhibiteurs », mise en place de règles, donner « mauvaise conscience »).

Depuis quelques années, ces principes commencent à se diffuser en France sous l'impulsion de certaines dispositions législatives ou réglementaires et de façon opérationnelle sur le terrain, à travers diverses actions de prévention dans l'habitat et l'urbanisme ou faisant appel aux nouvelles technologies de sécurité.

Dans une démarche de prévention situationnelle, il faut replacer l'analyse des recoins « insécurisants », des zones d'ombre ou des problèmes d'éclairage public dans leur environnement, à la fois physique et social, et lier étroitement l'urbanisme et la conception avec la gestion urbaine et sociale, l'entretien des espaces et des lieux concernés en menant une réflexion sur leur usage. De ce point de vue, nous pouvons citer en exemple la Commission Consultative Communale de Prévention Situationnelle créée à Lyon au milieu des années 1990, qui associait les maîtres d'ouvrage, les concepteurs, les futurs gestionnaires d'équipements, la police nationale, et les autre services d'État concernés, à une réflexion à but opérationnel pour une prise en compte effective du paramètre sécurité dans la conception de projets d'urbanisme et d'aménagement ainsi que dans la gestion ultérieure des équipements réalisés.

Le label *Secured by design* (SbD) instauré en Grande-Bretagne par les architectes et la police de Manchester pour définir les consignes de sécurité à appliquer dès l'élaboration des projets n'allait pas tarder à trouver sa transcription en France : la Loi d'Orientation et de Programmation relative à la Sécurité (LOPS, plus souvent dite « loi Pasqua ») du 21 janvier 1995 a rendu obligatoire, par son article 11, la conduite d'une étude de sécurité publique préalablement à la réalisation d'opérations d'équipement et de construction lorsque ces opérations, par leur importance, leur localisation ou leurs caractéristiques propres peuvent avoir des incidences sur la protection des personnes et des biens contre les

[172] CLARKE R. V., 1995, « Situational crime prevention », TONRY M. et FARRINGTON D.P. (sous la dir. de) *Building a Safer Society : Strategic Approaches to Crime Prevention*, Chicago, Illinois , University of Chicago Press, p. 91-150.

menaces et les agressions. Les « améliorations » de l'éclairage public s'inscrivaient pleinement dans ce type d'opération.

Les experts européens, durant la Conférence de Sundsvall (Suède, février 2001), déclaraient encore que « la prévention de la malveillance par la conception de l'environnement, intégrée à une approche multidisciplinaire, s'est avérée être une stratégie utile, efficace, tout à fait concrète et applicable pour prévenir la malveillance et le sentiment d'insécurité ».

D'après la loi du 29 août 2002 d'Orientation et de Programmation sur la Sécurité Intérieure « il est désormais admis que certains types de réalisations urbaines ou d'activités économiques peuvent se révéler criminogènes et qu'il est possible d'y prévenir ou d'y réduire les sources d'insécurité en agissant sur l'architecture et l'aménagement de l'espace urbain. » (en son Annexe I, chapitre IX). Notons cependant qu'il existe peu de travaux de recherche en France permettant d'éclairer les rapports entre la conception de l'espace et l'expression de l'insécurité. Ainsi y aurait-il un réel enjeu à développer une vraie expertise pluridisciplinaire en rapport avec les diagnostics de sécurité dans l'aménagement urbain et les opérations architecturales.

Nous ne redirons jamais assez qu'il est cependant impératif de garder en vue les risques de la prévention situationnelle qui sont, « lancés » rapidement : la réduction de l'approche de la prévention à une démarche purement technique, occultant ainsi la nécessité de la lier à une démarche fondée sur la prévention sociale afin de tenir compte, en particulier, des facteurs sociaux de la délinquance ; l'accroissement des inégalités face à l'insécurité en surprotégeant certains secteurs ou champs professionnels qui auraient les moyens de s'équiper et en délaissant d'autres territoires ne disposant pas des mêmes moyens ; ou encore la contribution à un simple déplacement des problèmes sur des espaces moins « protégés ». Ainsi, il est facile, partant de l'approche situationnelle et des théories d'espace défendable, « de traiter les symptômes plutôt que les véritables causes de la délinquance et de la criminalité, qui sont également et peut-être principalement à rechercher dans des conditions socio-économiques (pauvreté, chômage, drogues...) et culturelles (individualisme, désagrégation de la cellule familiale, mode de vie urbain et diminution du contrôle social). »[173]

Faut-il – et, par respect pour ce qu'*est* la ville : peut-on ? – penser l'éclairage des villes en s'appuyant sur les bases d'un nouvel hygiénisme urbain qui cherche à éviter tout croisement de flux piétonniers, toute utilisation « déviante » du mobilier urbain, etc. bref, qui cherche à remodeler physiquement l'espace urbain et en particulier les espaces publics à des fins très prosaïques de maintien de l'ordre ?

[173] MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

Accroître une « surveillance naturelle » grâce à l'éclairage ?

L'approche de prévention situationnelle suggère donc que délinquance et criminalité peuvent être empêchées par les mesures environnementales qui affecteraient directement les perceptions des contrevenants, leur faisant prendre conscience des risques accrus qu'ils encourent. Cette approche est également soutenue par les théories qui soulignent l'importance de la surveillance informelle dans la réduction de la délinquance. Dans cette perspective, la bonne visibilité combinée à la surveillance normale pourrait être une force de dissuasion contre le passage à l'acte. Ainsi, une augmentation du nombre de témoins, et donc des témoignages potentiels, par une meilleure emprise de la population sur l'espace public nocturne pourrait réduire la délinquance.

Comme signe fortement visible d'investissement positif, l'amélioration de l'éclairage pourrait réduire le crime s'il améliore physiquement l'environnement et signale aux résidents que des efforts sont faits pour améliorer leur environnement physique. Ceci pourrait également les mener à avoir une image plus positive de leur quartier, accroissant l'optimisme et la cohésion. À noter que cette perspective prévoit une réduction de la délinquance de jour comme de nuit. En conséquence, les mesures des effets d'une amélioration de l'éclairage ne devraient pas se concentrer purement sur les faits nocturnes.

Le rapport entre la visibilité, la surveillance sociale et les occasions criminelles est un thème émergeant fortement dans les études de criminologie. Les occasions et les risques criminels sont influencés par des conditions environnementales, en interaction avec les caractéristiques des résidents et des contrevenants. Une amélioration de l'éclairage urbain est un changement réel de l'environnement, mais cet éclairage ne constitue pas pour autant une barrière physique à la délinquance. Cependant, il peut agir en tant que catalyseur pour stimuler la réduction du passage à l'acte par un changement des perceptions, des attitudes et comportements des résidents et des contrevenants potentiels.

Rappelons ici chacun des mécanismes par lesquels l'amélioration de l'éclairage pourrait, selon certains auteurs, réduire le crime[174]. Les deux théories les plus soutenues se concentrent sur les effets d'une surveillance accrue et sur l'augmentation de l'emprise des citoyens sur l'espace public. Les différentes hypothèses avancées par ces auteurs sont les suivantes.

L'éclairage pourrait réduire la délinquance en améliorant la visibilité. Ceci décourage les contrevenants potentiels en augmentant les risques d'identification ou d'interruption au cours de leurs activités[175]. La présence de la police devient également plus évidente, dissuasive.

---

[174] PAINTER K.A. et FARRINGTON D.P., 1999, « Improved street lighting: Crime reducing effects and cost-benefit analyses », *Security Journal*, n° 12, p. 17-32.
PEASE K., 1999, « A review of street lighting evaluations : Crime reduction effects », Painter K. et N. Tilley N. (sous la dir. de) *Surveillance of Public Space : CCTV, Street Lighting and Crime Prevention,* p. 47-76, Monsey, New York : Criminal Justice Press.

[175] MAYHEW P., CLARKE R.V., BURROWS J.N., HOUGH J.M. et WINCHESTER S.W.C., 1979, « Crime in Public View », *Home Office Research Study,* n° 40, London, Her Majesty's Stationery Office.

Les améliorations d'éclairage pourraient encourager l'utilisation des espaces publics, ce qui intensifierait la surveillance « naturelle », la surveillance sociale. Le changement d'activités pourrait réduire l'insécurité car il augmenterait les « gardiens potentiels »[176]. Pour le contrevenant potentiel, la proximité d'autres piétons agit comme force de dissuasion quand les risques de reconnaissance ou d'interruption lors d'agressions sur des personnes ou des propriétés sont plus grands. Pour la victime potentielle, les risques et la crainte de l'agression sont réduits.

Une meilleure visibilité et une utilisation accrue de l'espace public pourraient agir l'une sur l'autre pour intensifier les possibilités de surveillance informelle. La densité, l'écoulement et la surveillance des piétons ont été considérés pendant longtemps comme cruciaux pour le contrôle de la sécurité, car pouvant influencer la perception des contrevenants potentiels ainsi que la probabilité d'interpellation[177].

La rénovation d'un composant fortement apparent de l'environnement physique, combinée avec un changement de la dynamique sociale, pourrait agir en tant que force de dissuasion psychologique. Les contrevenants potentiels pourraient juger que l'image de l'endroit s'améliore et que l'ordre et la surveillance informelle ont augmenté[178]. Ils déduisent alors que le passage à l'acte dans la zone où l'éclairage a été amélioré est plus risqué qu'ailleurs. Ceci peut influencer le comportement de deux manières. Les contrevenants potentiels vivant ou agissant dans le secteur seront découragés de commettre des délits ou d'augmenter leur activité, et les délinquants d'autres secteurs seront dissuadés d'entrer dans la zone mieux éclairée[179]. Cependant, il convient de noter un risque relativement important : la délinquance peut être déplacée du secteur mieux éclairé vers d'autres endroits.

L'éclairage pourrait améliorer la confiance des riverains. Il fournit un signe fort, montrant bien à leurs yeux que les autorités locales investissent dans le quartier. Cela procure un sentiment de sécurité et de bien-être aux habitants et usagers de l'espace public. Il peut également encourager la surveillance informelle par les résidents.

Un meilleur éclairage réduit le sentiment d'insécurité, améliorant physiquement l'environnement et changeant sa perception par l'usager. Dans l'acception commune, un environnement lumineux est considéré comme moins dangereux[180], et l'image positive de l'environnement nocturne dans une zone où l'éclairage a été amélioré serait ainsi partagée par tous les usagers. Possédant un risque plus faible d'insécurité et une meilleure image, le secteur deviendrait utilisé par une part plus large de la population, et le changement de la

[176] COHEN L. E. et FELSON M., 1979, « Social change and crime rate trends : A routine activity approach », *American Sociological Review*, n° 44, p. 588-608.

[177] NEWMAN O., 1972, *Defensible Space : Crime Prevention Through Urban Design*, New York, Macmillan.
BENNETT T. H. et WRIGHT R., 1984, *Burglars on Burglary*, Farnborough, Hants, Gower.

[178] TAYLOR R.B. et GOTTFREDSON S., 1986, « Environmental design, crime and prevention : An examination of community dynamics », REISS A.J. et TONRY M. (sous la dir. de) Communities and Crime, p. 387-416, Chicago, University of Chicago Press.

[179] WILSON J.Q. et KELLING G.L., 1982, « Broken windows », *The Atlantic Monthly* (March), p. 29-38.

[180] WARR M., 1990, « Dangerous situations : Social context and fear of victimization », *Social Forces*, n° 68, p. 891-907.

mixité sociale et des activités qui en découlerait dans le secteur réduirait les risques d'actes délictueux.

Mais il est également possible que l'éclairage, même amélioré, puisse, dans certaines circonstances, occasionner une augmentation de l'insécurité. Favorisant l'emprise de la population sur les espaces publics, il peut offrir un plus grand nombre de victimes potentielles, mais aussi de contrevenants potentiels, et ce dans le même espace physique. La plus grande visibilité peut permettre aux contrevenants potentiels de faire de meilleurs jugements de leur vulnérabilité et d'attractivité des victimes potentielles (par rapport à des objets de valeur, par exemple). L'activité sociale accrue en dehors du lieu de résidence peut augmenter le nombre de maisons inoccupées, devenant ainsi disponibles pour le cambriolage. Enfin, un meilleur éclairage peut faciliter la fuite des agresseurs.

Les effets d'une amélioration de l'éclairage sont susceptibles de changer selon différentes conditions. En particulier, ils sont susceptibles d'être plus importants si l'éclairage préexistant est « pauvre » et si l'amélioration est considérable. Ils peuvent changer selon les caractéristiques du secteur ou des résidents, la conception urbanistique du secteur, la conception de l'éclairage, et les endroits qui sont illuminés. Par exemple, un meilleur éclairage peut améliorer la confiance de la population et l'emprise sociale dans des quartiers homogènes et relativement stables, mais c'est beaucoup moins probable dans des secteurs de population hétérogène et avec une mobilité résidentielle élevée. Les effets d'une amélioration de l'éclairage se combinent en fait souvent avec d'autres « améliorations environnementales » – du moins ce qui est souvent présenté, *a priori*, comme tel – comme, par exemple, les systèmes de vidéosurveillance.

Les causes d'une réduction de la délinquance et/ou de la criminalité sont donc multifactorielles, et vouloir à tout prix faire de l'éclairage urbain l'outil qui agirait de façon miraculeuse en limitant dans leurs actes les contrevenants potentiels est illusoire. Mais il apparaît malheureusement presque logique que, « ne maîtrisant ni les conditions générales qui favorisent le développement des violences et des incivilités dans l'espace urbain, ni celles qui produisent la demande sécuritaire, l'action des pouvoirs publics et la réflexion des experts qui les conseillent tendent à se rabattre sur l'organisation et l'aménagement du cadre bâti. »[181]. Mais rappelons que tout ce qui survient *dans* ne provient pas *de*.

2.2.2 Les nouveaux enjeux de l'éclairage

2.2.2.1 Le renouveau de la lumière urbaine depuis le milieu des années 1980

Dès le début des années 1980, une forte compétition se met en place entre les agglomérations et entre les villes d'une même agglomération, donnant naissance à l'élaboration des projets d'aménagement des villes favorisant une nouvelle approche de l'éclairage, axée vers la promotion, via la communication.

[181] GARNIER J.-P., 2004, « Un espace indéfendable. L'aménagement urbain à l'heure sécuritaire », Prétentaine, n° 16-17.

Un contexte de mise en concurrence des villes

Les collectivités se préoccupent désormais de trouver des moyens pour attirer des entreprises (augmentation des revenus tirés de la taxe professionnelle, favoriser l'emploi) et des habitants, notamment des catégories sociales supérieures. Il s'agit donc pour elles de promouvoir leur dynamisme, leur attractivité, et donc de communiquer suivant ces axes en se donnant une singularité et une identité. Dans cette logique, la qualité et le prestige des espaces publics deviennent deux éléments majeurs de cet urbanisme de communication.

C'est alors naturellement que l'éclairage public va constituer un outil de cet urbanisme de communication, la lumière exerçant depuis longtemps (osons la formule bannie du discours historique : « depuis la nuit des temps »), comme nous l'avons vu, une fascination indéniable et étant un symbole positif fort dans notre culture. Les élus locaux sont d'autant plus intéressés par ce mode de communication qu'il apparaît efficace à coûts réduits, par rapports à d'autres opérations d'aménagement, et pour une visibilité très forte auprès des riverains, touristes et investisseurs. L'utilisateur de la ville nocturne n'est plus le même qu'auparavant : il participe dorénavant à l'enrichir par des pratiques culturelles, de loisir, mais surtout de consommation et constitue donc un électorat à part entière. On voit donc l'arrivée des concepteurs lumière parmi les acteurs de l'aménagement urbain et, dès lors, l'éclairage quitte sa conception essentiellement routière pour se diriger vers ce rôle de mise en valeur de l'image de la ville, vers la mise en scène d'ensembles de bâtiments ou d'espaces publics. Cette conception est accompagnée d'un développement des festivités nocturnes (création de la Fête de la musique en 1982, émergence de nombreux festivals de théâtre, de musique, Fête des lumières à Lyon, Paris, etc.).

C'est à cette période que la thématique du rôle de l'éclairage sur la sécurité émerge à nouveau, mais se présentant cependant moins sous la forme sécuritaire que sécurisante, avec la réapparition de la notion de prévention situationnelle que nous avons vue précédemment, associée aux technologies de vidéosurveillance qui font leur apparition.

On pourrait voir dans cette nouvelle conception de l'éclairage urbain un véritable tournant dans l'utilisation de ce qu'il est maintenant convenu d'appeler la « lumière urbaine » ; pourtant les rôles qui lui sont attribués, même s'ils contrastent avec la vision réduite de la période fonctionnaliste, n'en sont pas pour autant complètement nouveaux, reprenant la plupart de ceux qu'ils avaient déjà remplis par le passé. « L'urbanisme lumière » concentre rapidement les nouveaux discours qui entourent les nouvelles préoccupations de l'éclairage urbain. Pensé initialement comme outil communicationnel, celui-ci devient rapidement un outil d'aménagement urbain à vocation bien plus large, reprenant les concepts de la pensée actuelle de l'aménagement de la ville, ceux du « projet urbain » qui constitue le modèle d'urbanisme dominant depuis les années 1980.

À nouvelle conception de la ville, nouvel éclairage

Les premiers documents de planification liés à l'éclairage (plans lumière, schémas directeurs) voient le jour dans différentes villes dès la fin des années 1980, mais la véritable

ascension de l'urbanisme lumière s'opère surtout durant les années 1990 avec son explicitation dans les colloques (Journées Nationales de la Lumière, lancées en 1998 à Poitiers, par exemple), dans les formations (cours de l'AFE consacrés à l'éclairage urbain) et au travers d'ouvrages clés : *La lumière urbaine* rédigé par Roger Narboni en 1997, *Le paysage lumière* du Centre d'Études sur les Réseaux de Transport et l'Urbanisme (CERTU), réactualisé en 1998, etc.

De son côté, l'État met en place des démarches incitatives pour favoriser les interventions d'éclairage dans les quartiers bénéficiaires de la politique de la ville. Au mois de juillet 2002 sont lancés, à l'initiative d'EDF et de la Délégation Interministérielle à la Ville (DIV), des appels à projets sur la mise en lumière des quartiers et le développement durable. La clé de cette démarche « Une nouvelle lumière pour la ville » est « la volonté politique, la concertation sociale et l'implication de tous les acteurs dans la construction et la vie de la cité : les élus, les décideurs du logement social, les services techniques mais aussi les habitants et les usagers, les urbanistes, les architectes, les paysagistes, les sociologues et bien sûr la filière éclairage »[182]. La promotion pour cet appel à projets faite par l'AFE, partenaire de l'opération et membre actif du jury, est ainsi sans équivoque et retranscrit bien cette vision nouvelle de l'éclairage urbain : « […] la pérennisation d'une véritable démarche d'urbanisme lumière. La lumière, dans les quartiers, n'y est plus seulement considérée comme un élément de lutte contre l'insécurité. Elle est le vecteur par lequel les habitants vont pouvoir se réapproprier leur lieu de vie ».

Éclairage public, lumière urbaine : deux politiques bien distinctes

L'émergence de ces rôles de l'éclairage urbain depuis les années 1980, après la période fonctionnaliste, s'est faite de façon très consensuelle au travers d'une multitude de discours et publications, voulant arriver à une objectivation de ces rôles. Mais si la « lumière urbaine » a fait son apparition il y a une petite vingtaine d'années, nous sommes cependant encore loin d'une application de ses principes à l'ensemble de la ville et, pour beaucoup de quartiers, l'éclairage public fonctionnaliste de voirie reste d'actualité, notamment en termes de matériels en place, de niveaux d'éclairement et de logiques d'uniformité de l'éclairage. Le discours de l'AFE quant aux vertus de réappropriation du lieu de vie par les habitants de la lumière semble ne pas être observé dans toute la ville.

2.2.2.2 Un rôle de recomposition des espaces urbains ?

Les SDAL et plans lumière

La décennie 1980-1990 a vu arriver dans les politiques d'aménagement urbain les outils servant cette nouvelle conception de « l'urbanisme-lumière » : Schémas Directeurs d'Aménagement Lumière (SDAL), chartes et plans lumière. La volonté de rationaliser l'éclairage artificiel dans la ville (ou, dit avec une charge symbolique plus forte, « la lumière urbaine ») transparait dans ces dénominations issues, dans la succession ininterrompue des

[182] CERTU, 2006, *L'éclairage, un levier dynamique dans les politiques urbaines*, Paris, CERTU.

politiques de la ville, de la mode des plans et autres schémas directeurs qui fixent la ville, la sclérosent pour des années, voire des décennies. Ces outils d'un genre nouveau veulent porter la réflexion sur l'éclairage à de nouvelles échelles : les édifices remarquables (et donc à remarquer de nuit, évidemment), mais aussi des « espaces remarquables », des quartiers entiers, voire même la ville dans son ensemble.

Pour ce faire, le SDAL est généralement établi en réalisant une analyse des aménagements diurnes et nocturnes préexistants, le tout en tenant compte des contextes historiques, géographiques, économiques et sociaux de la ville. Les différents types de voiries sont définis, les grands axes de perception et les points remarquables repérés, les grands projets urbains intégrés, et les rythmes d'utilisation des espaces par les habitants analysés quartier par quartier. Ce faisant, le SDAL en arrive à définir des règles qui devront être appliquées par les différents concepteurs-lumière qui interviendront par concours sur des éléments particuliers.

Ces éléments particuliers sont souvent ceux déterminés par le « plan lumière » qui, lui, liste les monuments historiques à mettre en valeur, ouvrages d'art, quartiers remarquables (souvent le cœur de ville historique), cheminement, etc. Ces projets visent à améliorer l'efficacité et la répartition de l'éclairage, dans des soucis de visibilité, d'esthétique, de sécurité et, désormais, d'économie d'énergie. Quelques plans lumière commencent à prendre en compte, au moins dans les discours promotionnels, la réduction de la pollution lumineuse, notamment la réduction de la lumière intrusive (voir deuxième partie de ce travail).

Enfin, le volet d'application technique des deux nouveaux outils que sont le SDAL et le plan lumière est souvent rapporté dans une « charte lumière ». Y sont ainsi définies les spécifications quant aux types de luminaires (mâts, crosses, lanterne, indices de protection, etc.) et aux types de sources autorisés (type, température de couleur, puissance, niveaux d'éclairements souhaités, etc.). On y trouve parfois des recommandations spécifiques aux éclairages privatifs.

Un outil du paraître, aux impacts souvent surestimés

En France, le concepteur-lumière Roger Narboni a été un fervent défenseur – car l'initiateur – de l'urbanisme-lumière et des outils qui l'accompagnent. Pourtant, ces politiques ne font pas l'unanimité parmi les professionnels de la mise en lumière. En 1993 déjà, Yann Kersalé pointait du doigt un « exercice intéressant si c'est un inventaire de ce qui existe comme éclairage dans la ville. Comme point de départ d'une réflexion sur ce que l'on pourrait faire de mieux. Les ingénieurs prétendent parfois régir la ville de leurs lumières, et ceci, pour longtemps. »[183]. Mallet[184] nous rapporte également les mots de Kersalé – plus forts encore – lors d'un entretien réalisé en 2008 : « l'urbanisme-lumière,

[183] SABBAH, 1993, « Yann Kersalé, allumeur de ville », *Urbanisme*, n° 266, p. 20-22. Cité par MALLET S., 2009.

[184] MALLET S., 2009, *Des plans-lumière nocturnes à la chronotopie, Vers un urbanisme temporel,* Thèse de doctorat en urbanisme à l'Institut d'Urbanisme de Paris, présentée le 17 novembre 2009, sous la direction de PAQUOT T.

c'est une énorme farce qui sert à donner du fric à quelques-uns. C'est du pipeau. Avec les schémas directeurs, on évacue l'essentiel de la problématique urbaine. En plus, ces schémas coûtent des millions d'euros et leur réalisation est très longue, ça prend des années. Et aucune ville ne peut être revue en entier. »

Ainsi donc, nous retrouvons autour des politiques de la lumière des critiques semblables à celles qui sont faites à toute planification urbaine : trop rigide, trop coûteuse, figeant la ville, la vidant ainsi de son essence qui est liberté et donc spontanéité, surprise, opportunités[185]. Ces politiques cibleraient ainsi trop les territoires et pas assez les populations, et ce dans le souci d'éclairer pour l'image, plus que pour l'usage.

La mise en valeur des monuments, image de marque de la ville

Si l'essentiel des politiques d'urbanisme lumière se concentre sur les centres historiques des villes et sur leurs bâtiments et monuments historiques, c'est bien parce que ces espaces sont la vitrine de la ville, qu'elles en font l'image de marque. Luc Gwiazdzinski fait ainsi souvent remarquer, lors de ses conférences, la proportion dans les présentoirs de cartes postales touristiques, de photographies prises de nuit. Les spécialistes de la communication préfèreront parler d' « identité visuelle » de la ville plutôt que d'image de marque, mais les faits sont là, la lumière rattrape la « touristisation », comme l'écrit Mons :

> « Le danger éventuel est que cette fictionnalisation de l'espace nocturne par les dispositifs lumineux atteigne à la surexposition des sites, à un éclairage forcené qui aplanit toutes les aspérités, gomme tous les coins d'ombre. En ce cas la scénographie lumineuse urbaine devient support d'une esthétique lisse caractéristique de notre culture de l'écran, d'un système de communication qui planifie et aplanit les lieux parcourus, visités. Car la « touristisation » du monde sévit assurément à l'heure des charters de masse, des loisirs démocratiques. L'horreur touristique, si l'on peut dire, de cette fin du XX^e^ siècle consiste à aménager les lieux pour les clichés, pour un regard stéréotypé à l'avance, parfaitement mécanique et mimétique, qui extermine l'altérité, le mystère, la contradiction, l'événement d'un lieu. »[186]

La scénographie lumière faite actuellement sur les édifices, les monuments historiques de centres-villes, participe fortement, et de façon symptomatique, de leur médiatisation et de leur esthétisation. Mons[187] nous explique ainsi que « cette esthétisation médiatique est la manifestation visible du télescopage de trois processus : le spectaculaire, le spéculaire, le spectral » et que « la lumière urbaine recouvre ces trois instances d'une façon flagrante. »

L'éclairage des monuments et autres sites symboliques (portes, ponts, etc.) participe de la spectacularisation qui cherche à fabriquer une image des lieux que nul ne devra manquer (images 18 et 19). Il faut marquer, impacter le promeneur, le touriste qui n'est parfois plus qu'une cible pour une surenchère de photons. Ainsi, la « forme spéculaire est à l'œuvre »

---

[185] OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.

[186] MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, n° 12-13, p. 197-207.

[187] MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, n° 12-13, p. 197-207.

dans un centre-ville qui se regarde briller de mille feux, aboutissant à ce que Mons qualifie de « sensation spectrale de la ville éclairée. » :

> « Ces figures agissent comme des « revenants », comme des spectres dans la surimpression subtile des éléments du vécu urbain, où passé et présent, volume et vide, lumière et ombre, présence et absence se hantent mutuellement, jusqu'à créer une béance de la ville. »[188]



Image 18 Ancienne caserne réhabilitée.
Photographie (panoramique par assemblage) d'une ancienne caserne réhabilitée (Dijon, 21), abritant les locaux de la communauté d'agglomérations du Grand Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



Image 19 Extrait de la Une du numéro 885 de *Courrier International*.
Numéro du 18 au 24 octobre 2007, qui développait la thématique de la ville de demain.

[188] MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, nº 12-13, p. 197-207.

L'arrivée de la maîtrise temporelle de l'éclairage

Les nouveaux systèmes de gestion de l'éclairage public peuvent permettre aux villes qui en ont les moyens de se diriger vers un éclairage plus en phase avec les utilisations effectives de l'espace public. De nouvelles armoires électriques à économie d'énergie sont équipées de variateurs de tension qui s'adaptent à la luminosité et réduisent ainsi la puissance consommée, en fonction de la saison, du jour de la semaine, des plages horaires de l'importance de la circulation, du type de circuit à éclairer (mise en valeur des monuments, illuminations saisonnières...). Ainsi, la tension peut être régulée à la hausse ou à la baisse en fonction des besoins de l'activité urbaine, et l'éclairage public peut même être entièrement coupé dans certains secteurs non fréquentés la nuit.

Beaucoup d'expérimentations sont à l'œuvre, et nombre de systèmes de modulation des intensités lumineuses fleurissent sur les stands des industriels dans les salons d'éclairagisme. Des technologies intéressantes dans une optique de réduction générale des intensités lumineuse d'éclairage public voient le jour, permettant ainsi d'éviter les surenchères de puissances quand il s'agit de mettre en lumière un élément patrimonial remarquable. Plusieurs villes françaises ont ainsi franchi le pas (souvent partiellement, par le biais de sites tests) : Albi grâce au projet NumeLite™[189], Lille, Toulouse (qui teste également, actuellement, des systèmes d'éclairage avec détection de présence), Lyon (expérimentations par le biais du programme de recherche EVALUM 2[190]), Dijon ou encore, dans sa périphérie, Quétigny.

Plus loin de nous, la ville de Dörentrup, au nord-ouest de l'Allemagne, en Rhénanie du Nord Westphalie, a mis en place le projet *Dial4Light®* qui offre aux 8000 habitants de cette ville la possibilité d'un éclairage public à la demande : l'inscription dans une base de données puis l'envoi d'un SMS indiquant leur itinéraire suffit à allumer temporairement l'éclairage public des rues pendant 15 minutes, quand celui-ci est éteint. Guérard[191] relève cependant les limites de ce type d'installations, qui ne sont réalisables que dans de petites villes où les différents rythmes de vie, les différentes activités, ne se chevauchent pas à outrance.

[189] ZISSIS G. et SAJOUS P., 2009, « Gradation de lumière, économies d'énergie et ambiances urbaines », DELEUIL J.M. (sous la dir. de), *Éclairer la ville autrement - Innovations et expérimentations en éclairage public,* Lausanne, PPUR, p. 12-34.

[190] DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

[191] GUERARD F., 2010, « Et si on éteignait les lumières ? », *Urbanisme*, n° 372, p. 12.

CHAPITRE 3 :

LES IMPACTS NÉGATIFS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE

« Ceux qui, par la science, vont au plus haut du monde
Qui, par l'intelligence, scrutent le fond des cieux
Ceux-là, pareils aussi à la coupe du ciel
La tête renversée, vivent dans leur vertige. »

Omar Khayyâm

3.1 LES IMPACTS SOCIOCULTURELS

Ressources scientifiques pour les astronomes, le ciel nocturne et la nuit, d'une façon générale, sont aussi des sources inépuisables d'imagination et de créativité pour les écrivains, musiciens, peintres ou tout autre artiste, mais aussi plus simplement pour chaque être humain. Choné[192] nous rappelle ainsi que « La nuit des peintres a grande affinité avec le songe, la vision, la veille, l'observation des astres ». Ce contact avec le ciel nocturne permis par la nuit noire est constitutif de l'être, forge les questionnements propres à l'humain, mais aussi nourrit ses peurs et son imagination dès le plus jeune âge. Cet exil dans l'espace est essentiel, et l'expérience de la contemplation du ciel nocturne en est le passage le plus marquant. Nous brossons ici rapidement et de façon bien incomplète *un* tour d'horizon des apports culturels (et donc de ce qui est « perdable » culturellement) de l'objet « ciel nocturne », « ciel étoilé », qui viennent s'ajouter aux apports du nocturne dans son ensemble, vus précédemment.

Pour autant, si la vision du ciel étoilé est permise par la nuit la plus noire possible, celle-ci n'est jamais absence totale de lumière : des phases de la Lune à la lumière zodiacale en passant par « Cette obscure clarté qui tombe des étoiles » (Corneille, *Le Cid*, acte IV, scène 3), la lumière est toujours présente. Il s'agirait presque d'une ironie : la contemplation poétique de la nuit et du ciel étoilé ou l'étude scientifique des astres se font *grâce à* et *par* la lumière. Les étoiles observées par les précurseurs de la science astronomique étaient bien interprétées comme étant les luminaires, les lampions du ciel. Ce sont bien les ondes électromagnétiques que les astronomes essaient de capturer dans des miroirs de plus en plus grands ; c'est bien la lumière qui, une fois son spectre décomposé, leur fournira de précieuses informations sur la composition, la taille, la distance ou encore la vitesse de telle étoile ou de telle galaxie lointaine. Regarder le ciel nocturne, ce n'est finalement que s'éloigner d'une certaine lumière (artificielle) pour mieux profiter d'une autre (naturelle), mais ce n'est pas regarder le noir.

[192] CHONE P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy.

3.1.1 La perte du ciel comme ressource religieuse et culturelle

3.1.1.1 Le ciel, pierre d'angle des croyances

Le ciel comme projection des mythes, croyances et connaissances

Chaque culture a projeté sur le ciel étoilé ses mythes, ses croyances, forgeant ainsi sa conception du monde en y intégrant l'apparente perfection des mouvements célestes et sa conception de la structure de l'Univers. Le ciel, cet « autre monde », apparaît donc comme l'élément central d'un grand nombre de symbolismes religieux, par la régularité cyclique des phénomènes s'y déroulant (équinoxes, lunaisons, éclipses, etc.), une telle perfection ne pouvant être que l'œuvre de divinités.

La question de l'origine taraude l'homme partout dans le monde, mais il est intéressant de noter que toutes les cosmogonies s'accordent à décrire le commencement par l'unité. Unité entre ciel et terre, mais pourtant dualité : avec la séparation biblique – nous l'avons vu – de la lumière depuis les ténèbres au premier jour. Au quatrième jour apparaissent – sans être nommés pour deux d'entre eux – le Soleil, la Lune et les étoiles :

> « Dieu fit les deux luminaires majeurs : le grand luminaire comme puissance du jour et le petit luminaire comme puissance de la nuit, et les étoiles. Dieu les plaça au firmament du ciel pour éclairer la terre, pour séparer la lumière et les ténèbres, et Dieu vit que cela était bon. »[193] (Genèse, 1:16-18)

L'« omission » des noms « Soleil » et « Lune » n'est pas anecdotique : divinisés par tous les peuples voisins, ils sont ici de simples luminaires qui éclairent la terre et fixent le calendrier. Et, même s'ils ont une certaine « puissance » et peuvent ainsi « commander », il n'en reste pas moins que la lumière des astres n'est pas celle du premier jour, qui est d'une toute autre valeur. La genèse traduit ainsi une croyance profondément ancrée : lumière et ténèbres ne sont pas dépendantes des corps célestes, ceux-ci n'existant que pour distinguer le jour de la nuit.

Ainsi également des hindous, chez qui l'Univers est engendré par la méditation du Bienheureux, le créateur dont la semence devint œuf d'or à l'intérieur duquel il s'engendra en tant que Brahma. L'œuf, par la suite, se fendit en une part d'argent qui devait être la Terre, et une part d'or dont résulta le ciel. Pour les égyptiens, la mère des dieux, Nout, épouse Geb, dieu de la terre et repose allongée sur lui. Les mains de Nout, le Ciel, touchent le sol à l'Orient, tandis que ses pieds reposent à l'Occident et qu'elle enveloppe le cosmos de son corps voûté. Sur l'ordre du dieu du soleil, le dieu de l'air soulève Nout, la séparant de la terre. La mythologie grecque, quant à elle, regorge d'interprétations cosmogoniques qu'il serait vain de vouloir transcrire ici, mais nous pouvons noter que du Chaos naissent l'Amour (Éros), la Terre (Gaïa), l'obscurité (Érèbe) et la nuit (Nyx). Érèbe et Nyx engendrent Aether (le ciel supérieur) et Hemera (le jour), tandis que l'association

[193] LA BIBLE DE JERUSALEM, 2006, Paris, Cerf (traduite en français sous la direction de l'École biblique de Jérusalem).

de Gaïa et d'Ouranos (la Terre et le Ciel) donnent naissance à la plus grande lignée de divinités mythologiques.

L'observation des planètes (du mot latin *planeta*, lui-même dérivé du mot grec *planêtês* qui, dans l'expression *planêtês astêrês* désigne les « astres en mouvement » « astres errants », par opposition aux étoiles qui, sur la voûte céleste, apparaissent fixes les unes par rapport aux autres) constitue également, historiquement, une source de décryptage des signes annonciateurs de l'avenir des hommes. Ainsi des astronomes babyloniens, égyptiens ou aztèques, qui pensaient voir dans leurs mouvements changeants de bons ou mauvais présages. Chaque planète est donc associée, par analogie, à une divinité : analogie de couleur (mars, qui apparait rouge-orangée dans le ciel, est associée au sang et donc à la guerre), et donc analogie de caractère. L'astrologie, de l'Antiquité au Moyen Âge, considère ainsi que les mouvements et les positions de planètes (donc des dieux) influent le caractère des individus selon les configurations astrales qui se présentaient à la naissance de celui-ci (ces croyances subsistent encore aujourd'hui en se peignant, pour remplir les pages de nombreux « journaux », d'un discours pseudo-scientifique censé les corroborer, et engendrant une confusion forte dans l'opinion publique entre astrologie et astronomie, alors même que cette dernière s'efforce, depuis des siècles, d'emprunter le chemin bien distinct de la science par l'observation et la preuve).

Enfin, les civilisations antiques ont projeté dans le ciel étoilé les formes de leurs figures mythologiques, donnant naissance aux constellations. Le ciel est ainsi peuplé d'animaux et de figures fantastiques. Ptolémée (II^e^ siècle de notre ère) sera un des premiers à faire l'inventaire de ces constellations.

Plus tard, au XVII^e^ siècle naissant, la sphère céleste sera entièrement cartographiée, grâce aux explorations de l'hémisphère Sud par les navigateurs, notamment hollandais. En rupture avec les projections mythologiques et les croyances – marquant ainsi l'arrivée du siècle des Lumières –, les constellations nommées durant cette période traduisent l'intérêt de ce siècle pour la zoologie, avec des noms tels que le Caméléon, la Colombe, la Dorade, la Grue, l'Hydre mâle, l'Oiseau de paradis, le Paon, le Phénix, le Poisson volant ou encore le Toucan. Plus près de nous encore, Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762), abbé astronome ayant séjourné au Cap, en Afrique du Sud, afin d'y effectuer des relevés stellaires, projettera dans le ciel de l'hémisphère Sud l'instrumentation scientifique des Lumières : la Boussole, le Burin, le Compas, l'Horloge, la Machine pneumatique, le Microscope, la Règle ou encore le Télescope trouvent aujourd'hui encore leur place parmi les étoiles.

« Monter au ciel »

Désir d'accéder au ciel, désir d'ascension, expression de *La quête* consistant à atteindre « l'inaccessible étoile » : après la Résurrection, Jésus Christ monte au ciel sous les yeux de ses disciples. Le christianisme est l'héritier de ses racines juives qui sont elles-mêmes tributaires des représentations mésopotamiennes, liant le divin avec ce qui est « en haut »

(les ziggurâts – comme celle de Babylone, ayant inspiré le récit biblique de la tour de Babel (Genèse, 11:1-9) –, ces temples religieux, s'élèvent inexorablement vers le ciel). C'est donc « naturellement » qu'il s'installe dans cette symbolique faisant du ciel physique cet « ailleurs » d'où vient la grâce. Cette représentation ouvre d'ailleurs la prière la plus connue de la religion chrétienne (ici dans sa version en usage depuis le concile œcuménique Vatican II) : « Notre Père, qui es aux cieux ».

L'accession au ciel symbolise donc l'ascension des âmes vers la divinité, vers le Bien ; le récit biblique du songe – nocturne, précisons le – de Jacob, dans la Genèse, est fondateur de cette symbolique :

> « Jacob quitta Bersabée et partit pour Harân. Il arriva d'aventure en un certain lieu et il y passa la nuit, car le soleil s'était couché. Il prit une des pierres du lieu, la mit sous sa tête et dormit en ce lieu. Il eut un songe : Voilà qu'une échelle était dressée sur la terre et que son sommet atteignait le ciel, et des anges de Dieu y montaient et descendaient ! Voilà que Yahvé se tenait devant lui et dit : « Je suis Yahvé, le Dieu d'Abraham ton ancêtre et le Dieu d'Isaac. La terre sur laquelle tu es couché, je la donne à toi et à ta descendance. Ta descendance deviendra nombreuse comme la poussière du sol, tu déborderas à l'occident et à l'orient, au septentrion et au midi, et tous les clans de la terre se béniront par toi et par ta descendance. Je suis avec toi, je te garderai partout où tu iras et te ramènerai en ce pays, car je ne t'abandonnerai pas que je n'aie accompli ce que je t'ai promis. » Jacob s'éveilla de son sommeil et dit : « En vérité, Yahvé est en ce lieu et je ne le savais pas ! » Il eut peur et dit : « Que ce lieu est redoutable ! Ce n'est rien de moins qu'une maison de Dieu et la porte du ciel ! » Levé de bon matin, il prit la pierre qui lui avait servi de chevet, il la dressa comme une stèle et répandit de l'huile sur son sommet. À ce lieu, il donna le nom de Béthel, mais auparavant la ville s'appelait Luz.
> Jacob fit ce vœu : « Si Dieu est avec moi et me garde en la route où je vais, s'il me donne du pain à manger et des habits pour me vêtir, si je reviens sain et sauf chez mon père, alors Yahvé sera mon Dieu et cette pierre que j'ai dressée comme une stèle sera une maison de Dieu, et de tout ce que tu me donneras je te payerai fidèlement la dîme. » (Genèse, 28:10-22).

Le Psaume 148 (*Louange cosmique*) dans lequel le ciel, la terre et toute la création sont convoqués pour célébrer le « restaurateur du peuple élu », reprend cette symbolique du ciel, de la hauteur divine, ainsi que des « astres de lumière » :

> « Alléluia !
> Louez Yahvé depuis les cieux,
> louez-le dans les hauteurs,
> louez-le, tous ses anges,
> louez-le, toutes ses armées !
> Louez-le, soleil, lune,
> louez-le, tous les astres de lumière,
> louez-le, cieux des cieux,
> et les eaux de dessus les cieux ! »
> (Psaumes, 148:1-4).

3.1.1.2 Le ciel et l'imaginaire

Contes et légendes étoilés

Le Soleil, la Lune, le bestiaire zodiacal, la Voie Lactée, les comètes et nombre de constellations sont la source de contes et de légendes dans de nombreuses civilisations. Nous ne citerons ici qu'un exemple, pris dans la tradition amérindienne, celui du récit de *Grande Ourse et Petit Écureuil* (in *Le ciel, miroir des cultures*, exposition de l'Association Française d'astronomie) :

> « Il était une fois un temps très reculé où les hommes et les animaux vivaient en harmonie, ils pouvaient se comprendre et même parler ensemble. Grand Esprit veillait à la paix de ce monde. Grande Ourse avait un terrible défaut, elle était gourmande et goûtait à tout. Un jour, elle a attrapé un petit Indien et l'a avalé tout rond. Elle l'a trouvé si délicieux qu'elle s'est mise à rechercher les petits Indiens, telle une confiserie et en croqua ainsi plusieurs. Les Indiens étaient désespérés et se précipitèrent chez Grand Esprit afin qu'il fasse cesser le massacre. Il convoqua immédiatement Grande Ourse et lui fit la morale. Toute penaude, Grande Ourse repartit dans la forêt mais sa gourmandise prit de nouveau le contrôle de ses gestes et elle se remit à dévorer les petits des Indiens. Grand Esprit était hors de lui que Grande Ourse lui ait désobéi et décida de la transformer en petit écureuil.
>
> Grande Ourse ne pourra plus jamais manger de petits Indiens car tout le monde sait qu'un écureuil ne mange que des noisettes, des glands et vit dans les arbres !
>
> Petit à petit, les rapports de Grande Ourse avec les êtres de la forêt évoluèrent et elle se mit même à avoir quelques Indiens dans le cercle de ses amis !
>
> Il se produisit, l'hiver suivant une grande catastrophe, le printemps ne venait pas car les oiseaux, les fauvettes, n'étaient pas venues l'annoncer de leurs chants mélodieux. Grande Ourse, qui voulait se racheter de ses péchés voulut trouver une solution et partit à la recherche des fauvettes dans la forêt. Après avoir marché des jours et des jours, elle crut entendre quelques gazouillis venant du sol. Elle se rapprocha prudemment et découvrit un énorme trou dans lequel étaient retenues prisonnières les fauvettes par un méchant sorcier et un Grand Ours Blanc. Les fauvettes étaient attachées par l'une des pattes à la paroi grâce à de petites racines de mélèze (un arbre que l'on rencontre dans les régions froides).
>
> Grande Ourse se dit qu'elle devait absolument sauver les oiseaux, mais sous la forme d'un écureuil elle avait beaucoup moins de force ! Heureusement elle avait conservé sa grosse voix et, alors que le sorcier s'était absenté, elle s'adresse au Grand Ours Blanc : « Bonjour cousin ! » Le Grand Ours Blanc regarda de tous les côtés mais ne vit personne car Grande Ourse était cachée. Il crut d'abord ne rien avoir entendu mais Grande Ourse répéta « bonjour cousin, ne me vois-tu pas ? ». Grand Ours Blanc, fut bien obligé de constater qu'il était incapable de la repérer. Grande Ourse lui dit alors : « tu as des soucis aux yeux, mon cousin, ferme-les et je vais te mettre une pommade dont tu me diras des nouvelles. » Grand Ours Blanc s'exécuta et Petit Écureuil lui colla les yeux avec de la résine si forte qu'il n'arrivait plus à ouvrir un œil. Elle put ainsi aller délivrer une à une toutes les fauvettes qui s'élancèrent dans le ciel en chantant afin de remercier le courage de Grande Ourse.
>
> Mais le méchant sorcier était de retour… Grande Ourse s'échappa à toutes jambes, mais ce sont des toutes petites jambes pour un écureuil ! Il décolla en un rien de temps les paupières de

Grand Ours Blanc et tous deux s'élancèrent à la poursuite de Grande Ourse. Elle fila vers le Nord mais ils étaient toujours à ses trousses. Elle eut beau sauter encore et encore plus loin, elle sentait qu'ils se rapprochaient dangereusement… Elle grimpa donc sur un sapin à toute allure et sauta dans le ciel. Grand Ours Blanc la suivit, quant au sorcier, il banda son arc et décocha une flèche qui transperça le bout de la queue de Petit Écureuil et alla se planter dans la voûte céleste.

Toutes les nuits vous pouvez encore observer cette course poursuite : Petit Écureuil tourne en rond autour de la flèche qui immobilise le bout de sa queue (l'étoile Polaire) et Grand Ours Blanc ne cesse de la poursuivre. »[194]

Le ciel de l'écrivain et du poète

Nous l'avons vu au chapitre 1, la nuit fait bon ménage avec l'écrivain et le poète. Mais observons ici que la nuit de l'écrit est aussi la nuit astronomique, comme relation entre l'homme et le cosmos. Nous pourrions en appeler à Edmond Rostand, et *Cyrano de Bergerac*, comme une bombe, tomberait de la Lune « par la dernière trombe », encore « un peu couvert d'éther », « les yeux tout remplis de poudre d'astres », portant « aux éperons […] quelques poils de planète » et « sur [son] pourpoint, un cheveux de comète ». Il en tomberait, nous parlant des constellations croisées sur son chemin, reflétant le savoir astronomique de son époque (acte III, scène XIII) :

« CYRANO
Dans mon mollet je rapporte une dent
De la Grande Ourse, – et comme, en frôlant le Trident,
Je voulais éviter une de ses trois lances,
Je suis aller tomber assis dans les Balances, –
Dont l'aiguille, à présent, là-haut, marque mon poids !
Empêchant vivement De Guiche de passer et le prenant à un bouton du pourpoint.
Si vous serriez mon nez, Monsieur, entre vos doigts,
Il jaillirait du lait !
DE GUICHE
Hein ? du lait ?...
CYRANO
De la Voie
Lactée !...
DE GUICHE
Oh ! par l'enfer !
CYRANO
C'est le ciel qui m'envoie !
Se croisant les bras.
Non ! croiriez-vous, je viens de le voir en tombant,
Que Sirius, la nuit, s'affuble d'un turban ?
Confidentiel.

[194] AFA, *Le ciel, miroir des cultures*, exposition de l'Association Française d'Astronomie.

L'autre Ourse est trop petite encor pour qu'elle morde !
Riant.
J'ai traversé la Lyre en cassant une corde !
Superbe.
Mais je compte en un livre écrire tout ceci,
Et les étoiles d'or qu'en mon manteau roussi
Je viens de rapporter à mes périls et risques,
Quand on l'imprimera, serviront d'astérisques !
DE GUICHE
A la parfin, je veux...
CYRANO
Vous, je vous vois venir !
DE GUICHE
Monsieur !
CYRANO
Vous voudriez de ma bouche tenir
Comment la lune est faite, et si quelqu'un habite
Dans la rotondité de cette cucurbite ?
DE GUICHE, *criant*
Mais non ! Je veux...
CYRANO
Savoir comment j'y suis monté.
Ce fut par un moyen que j'avais inventé.
DE GUICHE, *découragé*
C'est un fou !
CYRANO, *dédaigneux*
Je n'ai pas refait l'aigle stupide
De Regiomontanus, ni le pigeon timide
D'Archytas !...
DE GUICHE
C'est un fou, – mais un fou savant. »[195]

Dans *Les étoiles*, Alphonse Daudet (1840-1897) nous livre, lui, une nuit initiatrice de sentiments pour « un berger provençal », mais également une nuit étoilée, d'apprentissage scientifique relatant un savoir des constellations à destination des lecteurs, dans un but éducatif (ce n'est pas par hasard que, plus tard, ce récit a pris place dans l'ouvrage *Alphonse Daudet, Contes choisis à l'usage de la jeunesse*[196]). Il nous paraît intéressant de relater ce texte car, au-delà du rapport à l'objet « ciel noir étoilé », c'est toute l'ambivalence des moments nocturnes qui ressort ici. Ainsi, la nuit est tout d'abord angoissante, sans échappatoire :

> « Le terrible, c'est qu'à cette heure de nuit il ne fallait pas songer à retourner à la ferme car le chemin par la traverse, notre demoiselle n'aurait jamais su s'y retrouver toute seule, et moi je ne

[195] ROSTAND E., 1897, *Cyrano de Bergerac*, Paris, Folio.
[196] DAUDET A., 1903, *Alphonse Daudet, Contes choisis, édition spéciale à l'usage de la jeunesse*, Paris, Collection Hetzel.

pouvais pas quitter le troupeau. Cette idée de passer la nuit sur la montagne la tourmentait beaucoup […] »

Avant de se faire religieuse :

« Qu'est-ce que c'est ? » me demanda Stéphanette à voix basse.
« Une âme qui entre au paradis, maîtresse ; » et je fis le signe de la croix. Elle se signa aussi, et resta un moment la tête en l'air, très recueillie. »

Puis leçon d'histoire et d'astronomie :

« Mais ici nous vivons plus près des étoiles, et nous savons ce qui s'y passe mieux que les gens de la plaine. Elle regardait toujours en haut, la tête appuyée dans la main, entourée de la peau de mouton comme un petit pâtre céleste : « Qu'il y en a ! Que c'est beau ! Jamais je n'en avais tant vu.... Est-ce que tu sais leur nom, berger ?
– Mais oui, maîtresse.... Tenez ! juste au-dessus de nous, voilà le *chemin de Saint-Jacques* (la voie lactée). Il va de France droit sur l'Espagne. C'est saint Jacques de Galice qui l'a tracé pour montrer sa route au brave Charlemagne lorsqu'il faisait la guerre aux Sarrasins. Plus loin, vous avez le *char des âmes* (la grande Ourse) avec ses quatre essieux resplendissants. Les trois étoiles qui vont devant sont les trois *bêtes*, et cette toute petite contre la troisième, c'est le *charretier*. Voyez-vous tout autour cette pluie d'étoiles qui tombent ? Ce sont les âmes dont le bon Dieu ne veut pas chez lui Un peu plus bas, voici le *râteau* ou les *trois rois* (Orion). C'est ce qui nous sert d'horloge, à nous autres. Rien qu'en les regardant, je sais maintenant qu'il est minuit passé. Un peu plus bas, toujours vers le Midi, brille *Jean de Milan*, le flambeau des astres (Sirius). Sur cette étoile-là, voici ce que les bergers racontent.
« Il paraît qu'une nuit *Jean de Milan*, avec les *trois rois* et la *Poucinière* (la Pléiade) furent invités à la noce d'une étoile de leurs amies. La *Poucinière*, plus pressée, partit, dit-on, la première, et prit le chemin haut. Regardez-la, là-haut, tout au fond du ciel. Les *trois rois* coupèrent plus bas et la rattrapèrent ; mais ce paresseux de *Jean de Milan*, qui avait dormi trop tard, resta tout à fait derrière, et, furieux, pour les arrêter, leur jeta son bâton. C'est pourquoi les *trois rois* s'appellent aussi *le bâton de Jean de Milan*.... Mais la plus belle de toutes les étoiles, maîtresse, c'est la notre, c'est l'*Étoile du berger*, qui nous éclaire à l'aube quand nous sortons le troupeau, et aussi le soir quand nous le rentrons. Nous la nommons encore *Maguelonne*, la belle *Maguelonne*, qui court après *Pierre de Provence* (Saturne) et se marie avec lui tous les sept ans. »

Pour, enfin, être amoureuse :

« Et, comme j'essayais de lui expliquer ce que c'était que ces mariages, je sentis quelque chose de frais et de fin peser légèrement sur mon épaule. C'était sa tête alourdie de sommeil qui s'appuyait contre moi avec un joli froissement de rubans, de dentelles et de cheveux ondes. Elle resta ainsi sans bouger jusqu'au moment où les astres du ciel pâlirent, effacés par le jour qui montait. Moi je la regardais dormir, un peu troublé au fond de mon être, mais saintement protégé par cette claire nuit qui ne m'a jamais donné que de belles pensées. Autour de nous, les étoiles continuaient leur marche silencieuse, dociles comme un grand troupeau, et par moment

je me figurais qu'une de ces étoiles, la plus fine, la plus brillante, ayant perdu sa route, était venue se poser sur mon épaule pour dormir. »[197]

Jean-Pierre Luminet, astrophysicien à l'Observatoire de Paris-Meudon, écrit en 1996 *Les poètes et l'univers*, ouvrage dans lequel il dresse le parallèle entre l'évolution de la science astronomique et le traitement par la poésie des objets de cette science et de ses interstices, montrant ainsi la richesse que génère l'appropriation poétique de la nuit étoilée et de l'imaginaire mythologique s'y rapportant. Le cosmos et la nuit, considérés comme « le type même de toute construction mentale »[198], apparaissent donc, une fois de plus, comme la pierre de touche de l'imaginaire. Citons ainsi quelques extraits de l'*Abîme*, de Victor Hugo :

« […] SATURNE
Qu'est-ce que cette voix chétive qui murmure ?
Terre, à quoi bon tourner dans ton champ si borné,
Grain de sable, d'un grain de cendre accompagné ?
Moi dans l'immense azur je trace un cercle énorme,
L'espace avec terreur voit ma beauté difforme ;
Mon anneau, qui des nuits empourpre la pâleur,
Comme les boules d'or que croise le jongleur
Lance, mêle et retient sept lunes colossales.
[…]
SIRIUS
J'entends parler l'atome. Allons, Soleil, poussière,
Tais-toi ! Tais-toi, fantôme, espèce de clarté !
Pâtres dont le troupeau fuit dans l'immensité,
Globes obscurs, je suis moins hautain que vous n'êtes.
Te voilà-t-il pas fier, ô gardeur des planètes,
Pour sept ou huit moutons que tu pais dans l'azur !
Moi, j'emporte en mon orbe auguste, vaste et pur,
Mille sphères de feu dont la moindre a cent lunes.
Le sais-tu seulement, larve qui m'importune ?
Que me sert de briller auprès de ce néant ?
L'astre nain ne voit pas même l'astre géant.
[…]
LA COMÈTE
Place à l'oiseau comète, effroi des nuits profondes !
Je passe. Frissonnez ! Chacun de vous, ô mondes,
O soleils ! n'est pour moi qu'un grain de sénevé ! […] »[199]

[197] DAUDET A., 1903, *Alphonse Daudet, Contes choisis, édition spéciale à l'usage de la jeunesse*, Paris, Collection Hetzel.
[198] LUMINET J.-P., 1996, *Les poètes et l'univers, anthologie*, Paris, Le Cherche Midi.
[199] HUGO V., 1877, *La Légende des siècles.*

3.1.1.3 Le ciel, le paysage, le ciel nocturne *dans* le paysage

Le paysage : un objet géographique polysémique

Le ciel nocturne peut-il être considéré comme élément constituant du paysage ? Il nous faut, pour approcher la question, installer quelques définitions du paysage rencontrées dans certains dictionnaires ou chez certains auteurs. Le mot paysage apparaît pour la première fois dans le dictionnaire français/latin de Robert Estienne[200], publié en 1549, où il désigne une toile de peintre représentant une vue champêtre ou un jardin. Selon le Larousse 2010, le paysage est une

> « Étendue spatiale, naturelle ou transformée par l'homme, qui présente une certaine identité visuelle ou fonctionnelle : Paysage forestier, urbain, industriel. », une « vue d'ensemble que l'on a d'un point donné : De ma fenêtre, on a un paysage de toits et de cheminées. », ou l'« aspect d'ensemble que présente une situation : Le paysage politique du pays. » Du point de vue artistique, il s'agira d'une « peinture, gravure ou dessin dont le sujet principal est la représentation d'un site naturel, rural ou urbain. »[201]

Merlin et Choay, dans leur *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, donnent du paysage la définition suivante :

> « Littéralement, étendue de pays qui se présente à un observateur. Le terme est aussi employé par certaines écoles géographiques pour désigner le milieu naturel synthétique, objet d'une géographie physique globale. »[202]

Pour Brunet et son dictionnaire critique *Les mots de la géographie*, sa définition est la suivante :

> « Étym. : *ce que l'on voit du pays*, d'après le mot italien *paesaggio*, apparu à propos de peinture pendant la renaissance ; ce que l'œil embrasse… d'un seul coup d'œil, le champ du regard. Le paysage est donc une apparence et une représentation : un arrangement d'objets visibles perçu par un sujet à travers ses propres filtres, ses propres humeurs, ses propres fins : « Si un tel assemblage d'arbres, de montagnes, d'eaux et de maisons que nous appelons un paysage est beau, ce n'est pas par lui-même, mais par moi »[203] (Baudelaire, *Curiosités esthétiques*). »[204]

Enfin, Lévy et Lussault, dans leur *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, donnent du paysage la définition qui nous paraît être la plus intéressante dans l'optique du questionnement, développé ci-après, de l'appartenance du ciel à cette notion :

> « Agencement matériel d'espace – naturel et social – en tant qu'il est appréhendé visuellement, de manière horizontale ou oblique, par un observateur. Représentation située, le paysage

[200] ESTIENNE R., 1549, *Dictionnaire français/latin*.
[201] LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRE, 2010, Paris , Larousse.
[202] MERLIN P. et CHOAY F., 2005, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, PUF.
[203] BAUDELAIRE C., 1868, *Curiosités esthétiques*, Paris, Michel Lévy frères.
[204] BRUNET R., 1992, *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Paris, Reclus - La Documentation Française.

> articule plusieurs plans, permettant l'identification des objets contenus et comprend une dimension esthétique. »[205]

Et de poursuivre en écrivant que « si l'on s'accorde pour définir le paysage comme l'aspect du pays tel qu'il se présente à un observateur, il faut préciser les modalités de ce regard qui constitue le pays en paysage. Ce regard est une vue d'ensemble qui embrasse une certaine étendue de pays. Observons ici que le terme de *contrée*, fréquent chez Paul Vidal de La Blache, du latin *contra*, « en face », précisait bien la posture d'un observateur vis-à-vis d'une étendue. »[206]

Pour l'équipe « Paysage et cadre de vie », du laboratoire ThéMA, une définition du paysage pourrait être :

> « Le paysage est apparence. Il présente une infinité d'images du monde qui nous entoure, saisies en collections ou en séquences et n'incluant ni le très proche ni le trop lointain. Il montre, en vue tangentielle, le spectacle offert par les combinaisons variées d'objets agencés partout à la surface du globe. Il est produit par des systèmes de forces complexes et évolutifs activés par la Nature et les hommes. Potentiellement visible en tout point de l'espace, le paysage n'existe vraiment que lorsqu'il est considéré comme tel, au terme d'une démarche le plus souvent artialisante, par ceux qui le perçoivent, le vivent et l'utilisent. Il n'est pas plus réductible à sa matérialité produite qu'à son idéalité issue des regards de ceux qui le voient ; la vue peut, d'ailleurs, être aidée par les autres sens. Le paysage évolue sans cesse, aussi bien dans sa production physique que dans la perception qu'on en a, soumise aux mythes et aux modes. Enfin, la diversité des approches induit la variété des définitions fréquemment partielles que l'on rencontre : le terme paysage est fortement polysémique. »[207]

Toutes les définitions un tant soit peu poussées du paysage s'accordent donc pour souligner que le paysage est un objet sensible. Il est vu, et c'est parce qu'*il est vu* qu'il *est* et qu'il peut donc être observé, étudié, représenté. Lévy et Lussault prennent d'ailleurs soigneusement le temps de « préciser les modalités de ce regard » qui voit le pays et en fait un paysage. Celui-ci naît, donc il *est*, à partir du moment où un regard humain s'y pose et le crée.

Quasiment à l'opposé de ces considérations subjectives du regard posé sur une étendue de pays, certains travaux tentent, par une modélisation visant « l'objectivité », de « qualifier et de quantifier le paysage comme un volume scénique s'offrant à un observateur qui regarde autour de lui »[208]. Il en est ainsi des travaux de géographie économique communs à l'INRA Cesaer et au laboratoire ThéMA, cherchant à fixer une valeur économique aux paysages. Ceux-ci sont alors réduits au relief et aux objets disposés au sol appréhendés selon deux

---

[205] LEVY J. et LUSSAULT M. (sous la dir. de), 2003, Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés. Paris, éditions Belin, p. 697.

[206] LEVY J. et LUSSAULT M. (sous la dir. de), 2003, Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés. Paris, éditions Belin, p. 697.

[207] Définition proposée par GRISELIN M., ORMAUX S. et WIEBER J.-C. dans l'encyclopédie électronique *Hypergéo* ? Dernière consultation le 16 août 2010. URL : http://www.hypergeo.eu/spip.php?article290

[208] CAVAILHES J. et JOLY D. (sous la dir. de), 2006, *Les paysages périurbains et leur prix*. Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 55.

points de vue : du dessus et du dedans. À l'aide de SIG, « les modèles obtenus délivrent ainsi une représentation ordonnée, pensée et mesurée d'un paysage. »[209] Si cette modélisation (la représentation) est incontestablement et scientifiquement « pensée », nous ne nous placerons pas ici dans cette optique, n'étant pas dans une démarche quantitative rendant nécessaire cette objectivation. Nous acceptons – et même revendiquons – que le paysage est un objet sensible, construit par un regard et donc par un être différencié des autres et subjectif. Dans la ville nocturne, un astronome amateur verra dans les luminaires des points agressifs sources d'une pollution des plus importantes à ses yeux ; le technicien de l'éclairage public y verra la partie visible d'un extraordinaire réseau électrique, lequel met en relation les lieux de l'habitation humaine ; le photographe y verra les sources des jeux d'ombres et de lumière qui lui serviront à construire son image ; enfin, il arrivera peut-être au géographe d'y voir tout cela à la fois.

Concernant la dimension sensible du paysage, nous suivrons donc Jean-Robert Pitte, qui nous livre que « le paysage est la réalité de l'espace terrestre perçue et déformée par les sens », et que « son évolution repose entièrement entre les mains des hommes ». Pour lui, « la complexité de l'approche intellectuelle du paysage ne doit pas faire négliger son approche directe, concrète, et sensuelle. Aussi savante et nuancée soit-elle, toute approche prioritairement quantitative du paysage oblige à passer à côté de l'essentiel qui est ineffable et qui ne supporte que des méthodes pragmatiques plaçant le sensible au-dessus de tout. »[210] Et de citer Pierre Sansot, cet inlassable « défenseur en France de cette appréhension buissonnière des paysages »[211] :

> « Si la notion de paysage mérite d'être honorée, ce n'est pas seulement parce qu'elle se situe de façon exemplaire, à l'entrecroisement de la nature et de la culture, des hasards de la création et de l'univers et du travail des hommes, ce n'est pas seulement parce qu'elle vaut pour l'espace rural et pour l'espace urbain. C'est essentiellement parce qu'elle nous rappelle que cette terre, la nôtre, que nos pays sont à regarder, à retrouver, qu'ils doivent s'accorder à notre chair, gorger nos sens, répondre de la façon la plus harmonieuse qui soit à notre attente. Le monde (et donc notre existence) vaut la peine d'être parcouru, aimé, salué, connu, reconnu. Il y a là un acte d'allégresse et d'allégeance à l'égard de ce que la bienveillante nature et la ferveur laborieuse de nos ancêtres ont su nous léguer. »[212]

Un terme défini de façon incomplète ?

Dans les définitions données du paysage, nulle part n'apparait de considération quant à la place du ciel dans ce concept, place qui nous paraît cependant devoir être questionnée – de là nous vient la prétention de parler d'un terme « défini de façon incomplète ». Si toutes les définitions s'accordent à faire du paysage un sensible, nous pouvons alors légitimement oser un retour vers son origine sensible, vers le pictural, vers le *paesaggio*, et soutenir ainsi la

[209] CAVAILHES J. et JOLY D. (sous la dir. de), 2006, *Les paysages périurbains et leur prix*. Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 55.
[210] PITTE J.-R., 1990, « Dictionnaire de l'écologie ». *Encyclopedia Universalis*. Paris, Albin Michel, p. 951-955.
[211] PITTE J.-R., 1990, « Dictionnaire de l'écologie ». *Encyclopedia Universalis*. Paris, Albin Michel, p. 951-955.
[212] SANSOT P., 1983 (2009), *Variations paysagères*. Paris, Klincksieck, réédition Petite Bibliothèque Payot.

pleine appartenance du ciel au paysage : les peintres « paysagistes » négligent-ils le ciel dans leurs œuvres ? Que serait le paysage nocturne de *La nuit étoilée* de Vincent Van Gogh (image 20) sans son ciel nocturne et ses tourbillons stellaires ? Que serait *La nuit étoilée sur le Rhône* sans la constellation de la Grande Ourse trônant au-dessus du fleuve ? Le *Morceau de mer avec un clair de lune* de Caspar David Friedrich peut-il se passer de son ciel chargé de nuages éclairés à contre-jour par la Lune ?



Image 20 *La Nuit étoilée* de Vincent Van Gogh.
Ce tableau représente le paysage que Van Gogh pouvait voir depuis la chambre qu'il occupait dans l'asile du monastère Saint-Paul-de-Mausole, à Saint-Rémy-de-Provence, en mai 1889. Il écrit à sa sœur « Certaines étoiles sont citronnées, d'autres ont des feux roses, verts, bleus, myosotis », et dit vouloir « nous faire arriver à créer une nature plus exaltante et plus consolatrice que […] le clin d'œil seul sur la réalité ».

Il est un autre type de représentation qui questionne le rapport entre ciel nocturne et paysage. Le dessin des objets célestes, souvent utilisé par les astronomes avant l'arrivée de la photographie, s'apparente à la peinture d'un paysage observé derrière un oculaire de lunette ou de télescope. John Herschel (1792-1871), le fils du grand astronome amateur William Herschel (1738-1822), dessinera ainsi, au crayon sur papier, de nombreuses nébuleuses (planches en Annexes). En 1898, Camille Flammarion (1842-1925) lancera dans les colonnes du Bulletin de la Société Astronomique de France un concours intitulé « La Lune vue à l'œil nu. » Il s'agissait, pour les lecteurs de la revue, d'observer la Lune, d'en dessiner une esquisse aussi fidèle que possible et de l'accompagner d'un commentaire. Les observateurs qui trouvèrent dans les taches du disque lunaire une vague ressemblance humaine furent les plus nombreux. Camille Flammarion perçoit lui-même dans ce paysage

lunaire deux yeux et un nez, quand de Ballasny, astronome amateur russe, y voit « Abel et Caïn : Caïn a tué Abel et le porte sur une fourche qui lui traverse tout le corps. Le cadavre d'Abel a les jambes en l'air et la tête en bas. On distingue bien la tête fruste du meurtrier et le corps du pauvre Abel, que son frère maudit a l'air de porter assez légèrement et sans grande préoccupation de la conscience expiatrice. »[213] Les cartes dessinées de la Lune et du ciel étoilé sont également courantes avant l'avènement de la photographie, donnant naissance à de véritables paysages nocturnes dans lesquels le ciel tient le rôle principal. James Nasmyth (1808-1890), remarquable dessinateur, autorité reconnue à son époque dans le domaine de l'étude de la Lune et du Soleil (il expose en 1851 au Crystal Palace de Londres un plan de la Lune à grande échelle) et fils de peintre paysagiste, passera même par la réalisation de maquettes pour représenter le relief lunaire :

> « Alors que je dessinais consciencieusement les détails de la surface de la Lune, je commençais à m'intéresser aux effets que ces merveilleuses élévations et dépressions pouvaient avoir en ce qui concerne le paysage. Mes facultés artistiques commencèrent à entrer en jeu. J'entrepris d'illustrer le spectacle offert par le paysage lunaire de la même façon que nous pouvons rendre le paysage terrestre. »[214]

Plus tard, les photographes questionneront également la relation ciel/paysage, et notamment – par des approches essentiellement scientifiques au début, puis véritablement artistiques au XX^{e} siècle – la relation ciel étoilé/paysage nocturne. Robert Doisneau (1912-1994) lui-même proposera, dans son *Compas céleste*, un paysage nocturne montrant l'idée d'un « Univers organisé autour d'un principe d'harmonie au sein duquel l'homme peu à peu se situe »[215] ou encore, dans *L'Observatoire, une nuit entière*, « l'obsession […] romantique de la fuite du temps marquée […] par l'observation de la voûte céleste »[216].

La posture par excellence de l'astronome – le néophyte, celui qui lève les yeux par curiosité, mais aussi l'amateur ou le professionnel – est bien une posture d'*observateur* du ciel nocturne. Lévy et Lussault nous rappellent, à propos du paysage – mais l'on croirait lire la description d'un observateur de la voûte céleste – que :

> « Dans le regard porté sur le pays il y a une visée, attentive et intentionnelle. Attentive : la vision se fait regard, au sens étymologique une veille pour garder, avec une tension consciente. Intentionnelle : la perception s'effectue selon un dessein, un projet pour discerner et comprendre. »[217]

---

[213] MUSEE D'ORSAY, 2000. *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*. Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay, p. 131.

[214] NASMYTH J. et CARPENTER J., 1874, *The Moon Considered as a Planet, a World and Satellite*. London, éditions John Murray, p. 334.
Cité par MUSEE D'ORSAY, 2000. *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*. Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay, p. 21.

[215] MUSEE D'ORSAY, 2000. *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*. Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay, p. 46.

[216] MUSEE D'ORSAY, 2000. *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*. Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay, p. 46.

[217] LEVY J. et LUSSAULT M. (sous la dir. de), 2003, *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin.

La terminologie est commune, en matière d'observation, « sur la terre comme au ciel », et c'est toute la posture du chercheur qui se trouve ainsi condensée dans l'observateur : il y a la visée, l'intention, puis l'attention, la tension, la veille, le regard par lequel il faut percevoir pour discerner et comprendre. Ainsi, voulant habiliter le ciel dans le paysage, dirons nous avec Camille Flammarion que l'« objectif d'une lunette est comme une rétine nouvelle par laquelle on remplacerait celle de notre œil. »[218]

Le ciel étoilé, ou l'archétype du patrimoine commun de l'humanité

Nous avons montré à quel point la nuit et le ciel nocturne sont deux éléments fondamentaux qui participent à la fois d'une fondation d'un patrimoine culturel et d'une différenciation des êtres humains entre eux. Si le Code civil nous rappelle avec force qu'« il est des choses qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous », nous soutenons ici que la nuit et son ciel ont toute leur place dans le « patrimoine commun de l'humanité ». Peut-être pouvons-nous même aller jusqu'à dire qu'ils sont, parmi les biens environnementaux, de ceux dont la dimension commune est la plus évidente : les étoiles ne reconnaissent pas la frontière et, historiquement, chaque civilisation y a projeté ses mythes.

Le nocturne et son ciel sont à considérer comme patrimoines communs de l'humanité, à mi-chemin entre le patrimoine naturel (le nocturne en tant que ressource nécessaire à la vie, ainsi que le ciel nocturne comme ressource scientifique) et le patrimoine culturel (le ciel nocturne ayant permis l'établissement de nos repères temporels et spatiaux, abritant mythes et légendes et étant source d'inspiration). Terminons ce paragraphe et introduisons l'approche scientifique du ciel par les mots d'Olivier Las Vergnas, de l'Association Française d'Astronomie (AFA) :

> « Si nous ne pouvons plus voir les constellations, la voie lactée, les étoiles filantes, et y projeter notre imaginaire et notre humanité, comment pourrons-nous encore imaginer, rêver et penser notre place dans l'univers ? Allons-nous finir par penser de nouveau que nous en sommes le centre ? À moins que ce ne soit déjà le cas… »[219]

3.1.2 Les impacts sur les activités scientifiques

3.1.2.1 Les apports de l'astronomie sur des questionnements ancestraux

Des conceptions de l'univers céleste liées aux différentes conceptions du monde

L'astronomie, science de l'observation des astres, est souvent considérée comme la plus ancienne science naturelle, qui va puiser ses origines à la Préhistoire, bien au-delà de l'Antiquité. Certaines civilisations de l'Âge du bronze et du Néolithique avaient ainsi déjà observé le caractère périodique des équinoxes, en lien avec le cycle des saisons. L'astronomie moderne s'est par la suite développée en lien étroit avec les mathématiques

[218] FLAMMARION C., 1877, *Les Terres du Ciel*. Paris, éditions Flammarion, p. 24.
Cité par MUSEE D'ORSAY, 2000. *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*. Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay, p. 21.

[219] AFA, *Le ciel, miroir des cultures*, exposition de l'Association Française d'Astronomie.

depuis l'Antiquité grecque, et ce grâce à l'invention d'instruments d'observation à la fin du Moyen Âge. Le siècle des Lumières et la redécouverte de la pensée grecque ont vu naître la distinction entre raison et foi, laissant le champ libre à « l'astronomie scientifique », même si Olivier Las Vergnas de l'Association Française d'Astronomie nous rappelle – et nous avons commencé à le voir – que « la représentation scientifique du ciel n'est qu'une représentation parmi d'autres, au même titre que la représentation culturelle, artistique, philosophique ». Pour plus de développements autour des apports scientifiques et donc culturels de l'astronomie au cours des âges, nous renverrons le lecteur à l'ouvrage de l'astronome Jean-Pierre Verdet, *Une histoire de l'astronomie*[220]. La consultation de nombreux ouvrages historiques de philosophie, de mécanique céleste et d'astronomie générale, rendue aisée par la bibliothèque numérique Gallica (BNF), apportera un précieux complément.

Les hommes scrutent donc le ciel depuis des millénaires afin d'y apercevoir le retour des saisons, des crues bienfaisantes du Nil, ou encore – comme nous l'avons vu – leur avenir. C'est en Mésopotamie, puis en Grèce durant l'Antiquité, que les explications mythiques des signes projetés dans les étoiles (les constellations, représentations mythiques) ont commencé à faire place à de réelles études du Système Solaire à partir de l'observation des planètes, ces « astres errants » sur la voûte céleste. La recherche d'une certaine harmonie était alors prédominante, et le souci de rationalité des astronomes grecs n'est pas sans lien avec celle-ci, trouvant dans la géométrie – et tout particulièrement dans la sphère – les fondements de l'ordre du monde (le cosmos, opposé au chaos). Les savants de l'époque pensent que la Terre, sphérique, est le centre du Monde et dessinent progressivement autour de celle-ci les trajectoires circulaires des planètes, elles aussi sphériques (système des « sphères homocentriques », soutenu par Aristote au IVe siècle avant J.-C.).

Au deuxième siècle de notre ère, Ptolémée, astronome et géographe, synthétise sept siècles de savoir grec dans trois ouvrages, qui feront référence durant 1500 ans. L'épicycle, introduit par les astronomes grecs, dont Hipparque, au IIe siècle avant J.-C. et servant à expliquer les mouvements de rétrogradation des planètes, devient ainsi le composant essentiel du système astronomique ptoléméen, qui remplace peu à peu le système aristotélicien.

Livres et cartes disparaissent lors de la chute de l'Empire Romain mais, à partir du IXe siècle, les savants arabes et persans vont traduire les ouvrages grecs subsistants, sauvegardant ainsi – non sans grandement l'améliorer – l'héritage ptoléméen. Ils perfectionnent également, grâce à leur maîtrise des mathématiques, les instruments d'observation (l'astrolabe en est le meilleur exemple), ainsi que les tables astronomiques, et permettent donc à l'occident chrétien, au XVe siècle, de renouer avec le savoir grec.

Durant la première moitié du XVIe siècle, Copernic (1473-1543) bouleverse cette vision géocentrique en affirmant que la Terre et les autres planètes gravitent autour du Soleil ;

[220] VERDET J.-P., 1990, *Une histoire de l'astronomie*, Paris, Seuil.

Galilée sera par la suite condamné pour hérésie après avoir confirmé cette hypothèse, qu'il reniera en prononçant le 22 juin 1633 une formule d'abjuration préparée par le Saint-Office (formule devenue célèbre, même si le fameux « *Eppur si muove* » – « Et pourtant elle tourne », dû à un récit du journaliste Giuseppe Baretti en 1757, apparaît aujourd'hui comme étant probablement apocryphe).

Dès lors, la représentation du ciel ne cessera de s'appuyer de plus en plus sur l'observation. Ainsi Kepler (1571-1630), à partir des travaux de Tycho Brahé (1546-1601), démontre que les planètes décrivent des ellipses, et non des cercles. Newton (1643-1727) énonce à la fin du XVII[e] siècle la loi de la gravitation universelle (dont découlent, entre autres, les modèles gravitaires encore utilisés aujourd'hui par les géographes pour certaines modélisations). Par le calcul, seront ensuite définies la taille et la distance relative au Soleil des planètes.

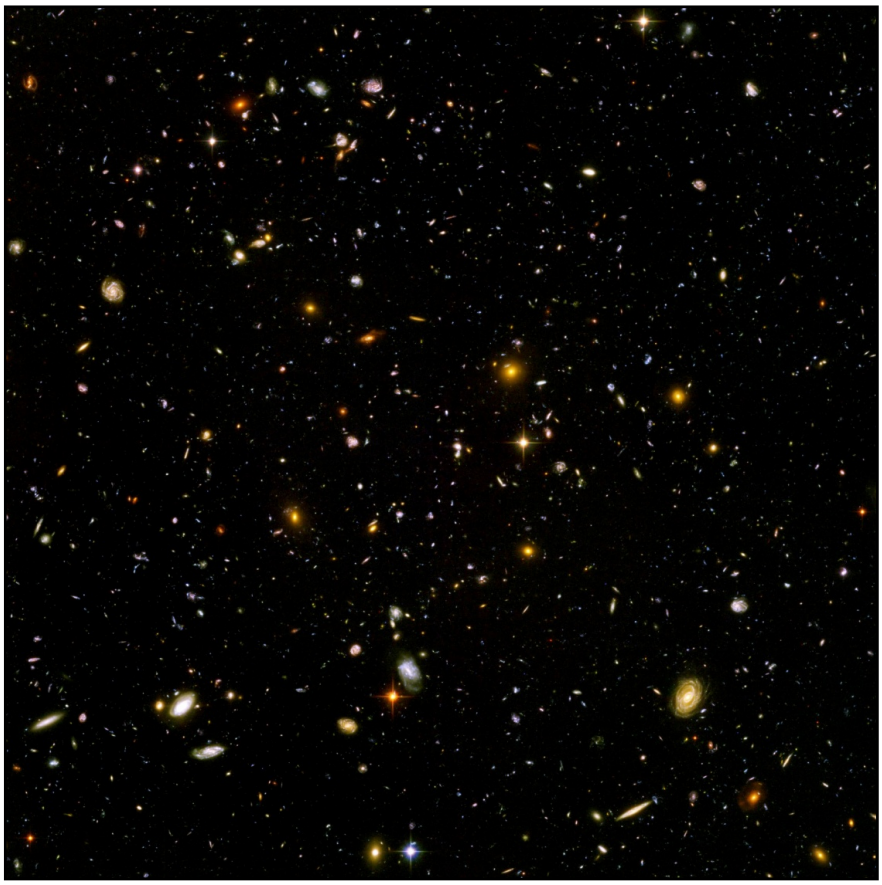


Image 21 Le *Hubble Ultra Deep Field* (champ ultra-profond).
Photographie désormais célèbre de l'Univers lointain, prise par le télescope spatial Hubble, en 2004. Ce champ photographique représente une minuscule portion du ciel dans la constellation de la Grande Ourse, où rien n'était référencé dans les catalogues d'étoiles et de galaxies d'alors. Les ingénieurs de la NASA font une pose photographique de 11,3 jours et dévoilent ainsi un champ de 10 000 galaxies, ne couvrant pourtant que 1/12 700 000[e] de la surface du ciel (il faudrait 1 million d'années pour couvrir tout le ciel dans ces conditions). Les galaxies les plus distantes repérables dans l'image originale se trouvent à 13 milliards d'années-lumière de la Terre. © NASA.

Les perfectionnements successifs de la lunette astronomique puis du télescope doté d'un miroir primaire concave inventé par Newton, vont donner à l'astronomie moderne des instruments d'observation de plus en plus pointus, que l'on va placer de plus en plus haut afin de les affranchir des lumières de la ville et des perturbations atmosphériques. Très proche de nous dans le temps, la mise en orbite du télescope spatial Hubble signe l'émancipation de l'observation astronomique de ces effets de turbulence dus à l'atmosphère. L'espace est alors « redécouvert », à travers des images à la résolution spectaculaire d'objets inaccessibles depuis le sol (image 21), et les astrophysiciens commencent à espérer pouvoir capter la lumière des premiers moments de l'Univers. L'observation astronomique se fait désormais dans de multiples longueurs d'onde, offrant au chercheur astrophysicien (mais aussi physicien ou exobiologiste) le matériau nécessaire à l'avancée dans la compréhension de l'espace lointain comme de notre environnement plus proche.

La cosmologie contemporaine, ou le vertige des dimensions

L'astronomie passionne par les questions qu'elle soulève, et les réponses presque démesurées qu'elle y apporte. Mais l'astronomie contemporaine foisonne d'une complexité réellement déroutante pour le novice en sciences physiques ; aussi, ne pouvant prétendre à servir autant de connaissances avec la concision nécessaire, nous rapportons ici des extraits d'une magistrale leçon de vulgarisation des questionnements cosmologiques les plus pointus du moment (encart 1), donnée par Jean-Pierre Luminet, astronome professionnel à l'Observatoire de Paris-Meudon, dans un numéro spécial de la revue *Pour la Science* (1994). L'extrait traite de la question de la dimension de l'univers (est-il fini ou infini ?) ; il a été choisi pour sa dimension conceptuelle et pour sa capacité à démontrer les liens entre l'astrophysique et les autres matières (physique théorique, mathématiques, philosophie). Bien entendu, la thèse de Luminet n'en est qu'une parmi d'autres actuellement débattues au sein de la communauté des astrophysiciens.

Encart 1 Le débat cosmologique (in *Pour la Science*, numéro spécial, 1994).

Paragraphes : *La cosmologie moderne*, *L'univers, fini ou infini ?* et *L'illusion de l'infini*.

« *La cosmologie moderne*

Quel est donc l'état actuel de la cosmologie ? L'univers est décrit par une structure spatio-temporelle munie d'un contenu matériel (matière et rayonnement), dont le couplage et la dynamique sont régis par la théorie de la relativité générale. Ce cadre formel permet de concevoir une grande variété de modèles d'univers, dont les prédictions doivent être confrontées aux observations. Les astrophysiciens retiennent les solutions qui décrivent un univers homogène (c'est-à-dire avec de la matière uniformément répartie dans tout l'espace), en expansion depuis une singularité initiale remontant à une quinzaine de milliards d'années. Ce sont les modèles standard de big bang. Le terme "standard" signifie que des simplifications supplémentaires sont supposées : ne sont pas prises en compte la constante cosmologique (qui décrit une sorte de répulsion s'exerçant à l'échelle de l'univers lui-même), les complications topologiques de l'espace-temps ni ses propriétés quantiques. Malgré leur grande simplicité, les modèles standard de big bang fournissent une excellente description de l'univers durant une grande partie de son évolution, expliquant le noir du ciel, le décalage vers le rouge des galaxies, la proportion des

éléments chimiques légers, le nombre d'espèces différentes de neutrinos, l'existence d'un rayonnement diffus de corps noir à la température de 2,73° Kelvins uniformément réparti sur le fond de ciel, et les petites irrégularités observées dans ce rayonnement.

Parmi les questions qui restent inexpliquées par les modèles standard de big bang, certaines sont de détail, d'autres de fond. Les questions de détail (sans aucune connotation péjorative) sont celles dont la résolution ne devrait impliquer qu'un approfondissement ou des aménagements mineurs de la théorie de base, la relativité générale. Par exemple, il est d'usage de penser que les questions mal comprises sur la matière sombre, la formation des galaxies, la quasi absence d'antimatière ou la quasi parfaite uniformité de la répartition de la matière à grande échelle devraient se résoudre par la physique des particules de haute énergie appliquée à l'Univers primitif.

Les études des brisures de symétrie, de l'apparition de défauts topologiques tels que cordes, murs ou textures cosmiques, et de la fameuse inflation - brève période pendant laquelle les dimensions de l'Univers primitif auraient augmenté dans des proportions gigantesques - relèvent de cette ligne de raisonnement.

L'univers, fini ou infini ?

Les questions de fond posées par les modèles standard de big bang concernent la singularité initiale (en mathématiques, une singularité est un point où certaines quantités deviennent infinies ; ici la courbure, la température, la densité d'énergie, etc.) et la topologie de l'espace-temps. Elles mettent sans doute en jeu la validité même de la relativité générale. En effet, en tant que singularité d'une théorie non quantique, le Big-Bang serait une limite absolue à la compréhension du début de l'Univers, puisque les lois de la physique s'y sont plus valables, ni même les concepts les plus élémentaires d'espace et de temps. Quant à la topologie de l'univers (l'espace est-il fini ou infini, orienté ou non ?), la relativité générale n'en rend même pas compte, puisqu'elle ne permet de traiter que des propriétés géométriques locales de l'univers, et non des caractéristiques globales.

A bien y regarder, ces deux questions sont liées à celles de *l'infini*. La cosmologie est le royaume privilégié des infinis : infinis de l'espace, du temps passé et du temps futur ; infinis, grands ou petits, de température, de pression, d'énergie, de dimensions, liés à la singularité initiale. Les premiers sont discutés depuis trois millénaires, les seconds sont apparus avec la théorie de la relativité générale (aussi bien dans les modèles de big bang que dans ceux d'effondrement gravitationnel conduisant aux fameux "trous noirs").

Commençons par les premiers. L'histoire de la cosmologie tourne sans cesse autour de la lancinante question : l'espace est-il fini ou infini ? Au VI^{e} siècle avant notre ère règne l'idée d'un Monde (terre, planètes, étoiles) fini, entouré d'un milieu infini. Puis, au IV^{e} siècle, Platon postule dans son dialogue intitulé le *Timée* que le monde et les cieux étaient tous deux finis, enclos dans une série sphère. Le souci premier de sa modélisation cosmologique est celui d'harmonie et de symétrie maximale (la sphère étant la figure parfaite par excellence, elle doit naturellement s'inscrire dans l'architecture cosmique pour refléter la perfection et l'immuabilité divines). Vient alors Aristote, qui élimine l'infini de toute la physique, avec une influence qui durera deux millénaires. En passant de l'infini au fini et en identifiant le monde physique à un espace géométrique, les aristotéliciens accomplissent la première étape clef de la modélisation cosmologique.

Le XVII^{e} siècle voit une évolution opposée : les sphères aristotéliciennes éclatent après les observations de Tycho-Brahé et de Galilée, après les considérations métaphysiques de Giordano Bruno, après l'ouvrage de vulgarisation de Thomas Digges et après les ellipses du génial Kepler. C'est le passage du monde clos à l'Univers infini. Cette nouvelle vision cosmologique est consacrée par Newton, qui identifie désormais l'Univers à l'espace euclidien infini.

Ce passage est important : chez les Milésiens, le monde était considéré comme étant *dans* l'espace - par exemple un cosmos enclos dans le volume d'une sphère, elle-même plongée dans un espace extra-cosmique infini, sans propriété physique. Chez les Aristotéliciens, le monde *s'identifie* à l'espace, et il est fini. Avec les atomistes et avec Newton, monde et espace coïncident et sont infinis.

Troisième étape clef : au début du XX^e siècle, la théorie de la relativité générale offre un nouveau cadre de compréhension de l'Univers en termes d'un espace-temps courbé par la matière : si notre univers n'avait qu'une dimension d'espace et une dimension de temps, il serait analogue à un feuillet de courbure variable selon la répartition des masses ; toutefois ce feuillet ne serait pas plongé dans l'espace à trois dimensions que nous connaissons, puisque rien n'existe en dehors de l'Univers.

Dans les modèles cosmologiques relativistes, l'Univers s'identifie à une entité physico-géométrique : l'espace-temps-matière. Remarquons que l'identification du monde physique et de l'espace (ou de l'espace-temps) géométrique reste mal comprise du public. Lorsqu'un conférencier parle de l'expansion de l'Univers, il se voit invariablement poser la question : dans quoi l'Univers gonfle-t-il ? Cette formulation incorrecte est sans doute accentuée par l'analogie trop souvent employée entre l'Univers en expansion et la surface d'un ballon que l'on gonfle. En fait, l'Univers ne gonfle dans rien, puisqu'il n'existe pas d'espace en dehors de lui. On ignore souvent, tout comme les Grecs d'il y a deux mille ans, que les mathématiques savent décrire des espaces non euclidiens parfaitement finis (un vaisseau spatial filant droit devant lui reviendrait à son point de départ), mais n'ayant nul besoin d'un espace référent extérieur. De même, le temps, qui est une propriété de l'Univers au même titre que l'espace, n'a pas de référent extérieur, de sorte que l'autre question souvent posée : qu'y avait-il avant le Big Bang, est également incorrecte. Vers 1230, le philosophe Guillaume d'Auvergne l'avait remarquablement exprimé : “De même que le Monde n'a pas de dehors, n'a pas d'au-delà, puisqu'il contient et embrasse toute chose, de même le temps, qui a commencé à la création du Monde, n'a pas d'auparavant ni de précédemment, puisqu'il contient en lui tous les temps qui sont ses parties.”

La cosmologie relativiste fait appel aux géométries non-euclidiennes, si bien que, désormais, les deux possibilités d'espace fini ou infini sont envisageables. En effet, les modèles de Big Bang indiquent que l'espace est soit sphérique (de courbure positive), soit hyperbolique (de courbure négative), soit euclidien (de courbure moyenne nulle). Dans le premier cas, des astronomes qui mesureraient la somme des angles de très grands triangles, dans l'espace, trouveraient une valeur supérieure à 180 degrés; dans le deuxième cas cette somme serait inférieure à 180 degrés, et c'est seulement dans le troisième cas qu'ils trouveraient la valeur de 180 degrés que nous mesurons sur les feuilles de papier.

La différence se joue dans la quantité moyenne de matière contenue dans l'Univers - puisque, en relativité générale, la matière détermine la géométrie de l'espace-temps. Au-dessous d'un certain seuil critique de densité, l'espace est hyperbolique, au-dessus il est sphérique; c'est seulement à la valeur exacte de la densité critique que l'Univers est euclidien.

Les conséquences sur la dynamique cosmique sont considérables : si l'espace est sphérique, l'Univers est spatialement fini et temporellement "fermé" : après la phase actuelle d'expansion il se contractera et son histoire s'achèvera par l'opposé d'un Big Bang nommé Big Crunch. Si l'Univers est euclidien ou hyperbolique, il est temporellement "ouvert" : son expansion se poursuivra éternellement. Cependant on ne sait plus, dans ce cas, si l'espace est fini ou infini, car la question de la finitude ou de l'infinitude de l'espace relève non plus de la relativité générale, mais de la *topologie*, comme nous allons voir.

L'illusion de l'infini

Tout d'abord, insistons sur le fait que l'infinitude spatiale de l'Univers pose quelques problèmes non seulement physiques, mais aussi métaphysiques. Parmi ces derniers, mentionnons brièvement un raisonnement déjà tenu par Epicure au IV^e siècle avant notre ère : si les agents de la causalité (pour Épicure, les atomes) sont en nombre infini, il en est de même de leurs combinaisons, des mondes et de leur diversité. Donc, s'il existe un nombre infini de galaxies, toutes les combinaisons possibles présidant à la naissance et à l'existence d'un être vivant doivent se produire un nombre infini de fois : il existe non seulement une infinité de mondes, mais aussi une infinité d'individus ayant la même structure génétique et la même histoire que n'importe quel individu de notre Terre - vous ou moi.

Comment se débarrasser de l'infini spatial dans les modèles de Big Bang ? L'une des solutions possibles réside dans des considérations de topologie appliquées à l'espace-temps. La topologie est la branche de la géométrie qui classifie les espaces d'après leur forme, leur caractère fini ou infini, etc. On se souvient que les modèles de big bang ont des espaces de type sphérique, euclidien ou hyperbolique selon que leur courbure est positive, nulle ou négative. Leur topologie est usuellement supposée la même que celles des espaces "prototypes" : hypersphère, espace euclidien, hyperboloïde (à trois dimensions), la première étant finie et les deux autres infinies. Cependant il n'y a pas de raison particulière pour que l'espace ait une topologie aussi simple. En tous cas, la relativité générale ne stipule rien à ce propos ; ce n'est que l'application stricte du principe cosmologique, *surajouté à la théorie*, qui incite à généraliser les propriétés observées localement à la totalité de l'Univers. Ce faisant, on se met dans la position de la fourmi qui, au milieu du désert, est persuadée que le monde entier est composé de grains de sable.

Ainsi un certain nombre de "variantes" topologiques des espaces à trois dimensions peuvent être appliquées à la description de l'espace réel. Pour les univers à courbure positive, elles sont toutes fermées. La situation est bien différente pour les univers à courbure négative ou nulle (favorisés par les observations actuelles, qui indiquent que la densité de matière est inférieure au seuil critique).

Sur les 18 topologies euclidiennes, six sont fermées et orientables (à deux dimensions, un plan est orientable : il possède deux faces distinctes ; un ruban de Möbius n'est pas orientable : il n'a qu'une face). C'est notamment le cas de l'"hypertore" : l'espace défini par l'intérieur d'un cube ordinaire dont on considère que les faces opposées deux à deux sont identiques. Dans cette topologie, l'espace reste euclidien mais acquiert un volume fini.

Quant aux solutions hyperboliques, il en existe une infinité, dont certaines sont fermées. L'une des plus intéressantes est représentable par l'un des polyèdres réguliers, l'icosaèdre, où l'on identifie d'une certaine façon toutes les faces deux à deux ; l'espace intérieur, fini, devient "chiffonné" et à courbure négative.

Avec ces possibilités de "fermeture" topologique de l'Univers disparaît une croyance récente de la cosmologie moderne, selon laquelle, pour savoir si l'espace est fini ou infini, il suffirait de mesurer la quantité de matière qu'il contient. On voit simultanément réapparaître, par le détour de mathématiques sophistiquées, un mythe ancien : l'usage des corps parfaits platoniciens pour expliquer l'architecture secrète du monde !

Ces considérations apportent également un nouvel éclairage sur les rapports entre le monde "réel" et le monde "perçu". Le monde perçu est inévitablement brouillé par l'imperfection de nos sens. La physique nous apprend qu'il existe aussi un brouillage "objectif", reflétant la nature physique du monde indépendamment de nos sens. Au niveau microscopique (quantique), le principe d'incertitude d'Heisenberg implique qu'une particule, comme un électron, n'a de "réalité" que si l'on effectue une mesure sur elle, et cette mesure modifie ses propriétés. Au niveau macroscopique, les "mirages gravitationnels" déforment notre vision de l'Univers. Ceux-ci résultent de la courbure de l'espace-temps. Les rayons lumineux émis par les astres lointains (galaxies, quasars) rencontrent sur leur trajet jusqu'à nous des masses (étoiles, galaxies, amas de galaxies) ; en courbant l'espace dans leur voisinage, ces masses intermédiaires perturbent les trajets des rayons lumineux et engendrent des illusions d'optiques, des "mirages" qui déforment, amplifient ou démultiplient les images des sources situées à l'arrière-plan.

Avec les modèles d'Univers chiffonnés, le brouillage cosmique pourrait être complet, et non plus localisé dans certaines directions d'observation. Là, ce serait la forme globale de l'espace qui démultiplierait les trajets de la lumière entre les sources lointaines et nous, de sorte que nous serions plongés dans un univers d'apparence très différente de ce qu'il est en réalité. Par exemple, chaque galaxie "réelle" aurait des dizaines d'images fantômes réparties dans toutes les directions du ciel, mais qu'il serait difficile de reconnaître en tant que telles. L'univers nous paraîtrait vaste, "déplié", contenant des milliards de galaxies, tandis qu'il serait en réalité beaucoup plus petit, chiffonné, contenant beaucoup moins d'objets qu'on n'en voit. Ce « miroir aux alouettes » cosmique plongerait le cosmologiste entre l'illusion de l'infini et une réalité finie.

La quatrième étape clé de la cosmologie est à venir. Elle résidera peut-être dans la résolution des problèmes de l'infini, non seulement liés à l'espace et au temps, mais également à ceux présents dans les singularités.

Dans les modèles de big bang, la singularité initiale est un état de dimension nulle, de courbure et de densité infinies, qui surgit inévitablement quand on remonte à l'envers l'histoire de l'expansion cosmique. A la singularité, les lois de la physique deviennent incohérentes et perdent tout pouvoir prédictif. Cette singularité ne peut être évitée par les lois classiques (non quantiques). »

3.1.2.2 Les impacts sur l'astronomie professionnelle

La dégradation d'un outil de travail

Comme nous le verrons en troisième partie de ce travail, les astronomes professionnels et amateurs ont été les premiers à s'inquiéter de l'impact de l'éclairage artificiel sur la qualité du ciel nocturne. Étudier et photographier les objets célestes devient ainsi de plus en plus difficile et, dans nombre d'endroits, les objets faiblement lumineux ne peuvent plus être distingués du « fond de ciel ». Or les objets d'études de l'astronomie sont essentiellement des objets qui sont, vus depuis la Terre, très peu lumineux (galaxies lointaines, nébuleuses, amas stellaires, etc.). On démontre que la limite inférieure des éclats accessibles à un instrument d'observation dépend de plusieurs paramètres, dont le diamètre de cet instrument et la brillance du ciel. Toute lumière artificielle dégrade le rapport signal/bruit, d'où une recherche permanente, de la part des astronomes, des sites d'observation les plus exempts de lumières artificielles. Ainsi, il ne subsiste aucun site en Europe où il serait envisageable d'implanter un observatoire professionnel ou de mener une recherche de pointe sur l'univers lointain.

Cinzano *et al.*[221] montrent que la vision du ciel nocturne s'est sévèrement dégradée dans un grand nombre de pays, que plus de 99 % des États-Unis et de l'Union Européenne, et environ deux tiers de la population de la planète vivent dans des zones où le ciel nocturne est au-dessus du seuil de pollution, c'est-à-dire que la clarté artificielle du ciel nocturne est supérieure de 10 % à la clarté naturelle au-dessus de 45 degrés de hauteur[222]. Dans les zones où vivent 97 % des habitants des États-Unis, 96 % des habitants de l'Union Européenne et la moitié de la population mondiale, le ciel nocturne dans des conditions atmosphériques normales est plus éclairé que ce qui a été mesuré au premier quartier de Lune dans les meilleurs sites astronomiques[223]. 93 % de la population des États-Unis, 90 % de l'Union Européenne et environ 40 % de la population mondiale vivent sous un ciel au zénith plus brillant qu'il le serait avec un premier quartier de Lune à 15 degrés de

[221] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

[222] SMITH F.G., 1979, « Report and Recommandations of IAU Commission 50 », *Reports on Astronomy*, IAU Transaction, XVIIA, p. 218-222.

[223] WALKER M.F., 1987, *National Optical Astronomy Observatory Newsletter*, n° 10, p. 16.

hauteur et aucune lumière polluante[224]. On peut donc considérer qu'ils vivent en permanence au clair de Lune, s'en rendant rarement compte car connaissant aussi le ciel de Pleine Lune, plus brillant. Cinzano *et al.*[225] constatent que pour 80 % de la population des États-Unis, les deux tiers de l'Union Européenne et plus d'un quart de la population mondiale, la clarté du ciel est encore plus forte que celle relevée près de la Pleine Lune dans les meilleurs sites astronomiques. Ainsi, la « nuit » ne tombe jamais réellement pour ces populations. Sur la base d'une vision moyenne, plus des deux tiers de la population des États-Unis, la moitié de l'Union Européenne et un cinquième de la population mondiale on déjà perdu la possibilité de voir la Voie Lactée. Enfin, toujours selon Cinzano *et al.*[226], environ 40 % de la population des États-Unis, un sixième de l'Union Européenne et un dixième de la population mondiale ne peuvent voir le firmament, même avec un regard habitué et entraîné à la vision nocturne, parce que sa clarté est inférieure au seuil de vision nocturne[227].

De nombreuses zones que l'on croyait non polluées, parce qu'apparaissant complètement sombres sur les images satellitaires nocturnes, montrent au contraire, dans l'*Atlas de la clarté artificielle du ciel nocturne* de Cinzano *et al.*[228], des niveaux de clarté artificielle non négligeables, et ce à cause de la pollution lumineuse exogène. Souvent le ciel d'un pays s'avère pollué par des sources provenant du pays voisin, comme c'est le cas pour l'extrême nord-est de la France, à proximité de la Belgique. Ainsi, les sites à l'essai pour les nouvelles générations de télescopes nécessitent donc une étude précise, et sur le long terme, de l'augmentation de la clarté artificielle du ciel nocturne, pour s'assurer la conservation d'un ciel noir longtemps après leur installation. Un contrôle sérieux à la fois des installations d'éclairage et des nouvelles aires d'urbanisation est nécessaire sur de grandes étendues autour des sites, parfois sur un rayon de 250 kilomètres[229].

Sur le site Web de l'Observatoire de Haute-Provence (Saint-Michel l'Observatoire, Alpes de Haute Provence), Jean-Pierre Sivan, directeur de l'Observatoire Astronomique de Marseille-Provence, écrit :

---

[224] KRISCIUNAS K. et SCHAEFER B. E., 1991, « A model of the brightness of moonlight », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 103, p. 1033-1039.

[225] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

[226] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

[227] GARSTANG R.H., 1986, « Model for artificial night-sky illumination ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.
SCHAEFER B. E., 1993, « Astronomy and the limits of vision », *Vistas in Astronomy*, n° 36, pp. 311-361.

[228] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

[229] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

« Parce que les villes, les villages, les voies de communication sont éclairés de façon excessive et irrationnelle, une véritable pollution lumineuse s'étend sur toute la planète. Si elle prive les hommes du contact direct qu'il a toujours eu avec son environnement cosmique, elle perturbe aussi, gravement, la faune nocturne (oiseaux, insectes) quand elle ne la massacre pas. Elle engendre enfin une gêne parfois rédhibitoire pour la pratique de l'observation astronomique. On n'observe plus depuis longtemps au cœur des villes. Dans les sites isolés, la nuisance existe aussi, plus ou moins forte. L'Observatoire de Haute-Provence a été en 1995 le théâtre de la découverte de la première planète extrasolaire, une planète détectée autour d'une étoile semblable à notre soleil, située à 42 années lumière de celui-ci. Cette grande première mondiale, les découvertes de planètes extrasolaires qui l'ont suivie, et bien d'autres études astrophysiques de pointe, si elles attestent de la compétitivité des équipements de cet observatoire, attestent aussi de la qualité du site où il est implanté. Mais le site de Saint Michel, toujours remarquable par le nombre de nuits claires qu'il offre dans une année, n'échappe pas toutefois aux effets nocifs de la pollution lumineuse. Les halos lumineux des villes et des villages augmentent dans le ciel, en étendue et en intensité. Les astronomes s'accommodent encore de cette gêne aujourd'hui. Dût-elle s'accroître démesurément, elle risquerait d'entraver à terme toute activité d'observation à Saint-Michel jusqu'à la condamner. À l'Observatoire de Haute-Provence, comme dans les grands observatoires du monde, couramment les télescopes sont braqués vers des astres des millions de fois moins lumineux que les plus faibles étoiles visibles à l'œil nu et des milliards de fois moins brillants que les lampadaires des rues de nos villages. »[230]

3.1.2.3 L'astronomie amateur touchée de plein fouet

La vocation pour l'astronomie scientifique, professionnelle, faite dans les laboratoires de nos universités se fait sentir, pour beaucoup, grâce à la pratique de l'astronomie amateur, au départ en dilettante, puis dans un club d'astronomie. Ainsi, l'astronomie dans son ensemble doit en partie son existence et sa subsistance à de simples curieux passionnés levant les yeux en direction du ciel étoilé.

Une première approche de cette discipline, abordée par le côté pratique en portant un regard vers cette voûte céleste, dévoilera la magnificence de ses objets. Cette découverte commence par une simple observation à l'œil nu qui révèlera les bases de cette science ainsi qu'une meilleure compréhension de l'espace qui nous entoure et peut se prolonger, pour les plus passionnés, par l'utilisation d'instruments astronomiques parfois très puissants qui permettront d'étudier l'espace profond.

Combien sont-ils ? Difficile de les comptabiliser, tellement les pratiques de l'astronomie amateur sont diverses et variées ; l'Association Française d'Astronomie a pourtant, en 2006, publié des chiffres pour la France, nous donnant ainsi quelques repères : l'AFA a ainsi recensé 30 800 amateurs membres d'un club d'astronomie, dont 5 500 observateurs réguliers.

---

[230] SIVAN J.-P., 2002, « La Pollution lumineuse et l'Observatoire de Haute Provence », site Web de l'Observatoire de Haute Provence, dernière consultation le 29 août 2010.
URL : http://www.obs-hp.fr/pollution/rapport/rapollum.shtml

Les impacts sur leurs activités

Pour les astronomes amateurs, cette pollution les contraint à s'éloigner fortement des villes pour pratiquer leur passion. Il est ainsi obligatoire de parcourir plusieurs dizaines de kilomètres pour s'extraire de l'empreinte lumineuse (voir deuxième partie de ce travail) générée par celles-ci et avoir ainsi accès à un ciel commençant à être exploitable au zénith. Mais pour la pratique de l'astrophotographie à longue pose, de l'imagerie CCD (très utilisée par les astronomes amateurs, en collaboration avec les professionnels, pour la découverte d'astéroïdes, de comètes ou de supernovae), ou même pour l'observation visuelle du « ciel profond » (objets ténus, extérieurs au Système Solaire ou à notre propre galaxie, tels que les nébuleuses, les amas d'étoiles, les galaxies), un ciel très peu ou pas du tout pollué – pas de grosse agglomération sur un rayon de 100 kilomètres – est un idéal recherché par chacun d'eux.

Qu'ils soient esthètes (regardant la voûte céleste pour le plaisir des yeux et les questions physiques ou philosophiques qui s'y rapportent), « astrophotographes » (cherchant à garder une trace des objets observés, de l'état de l'atmosphère de Jupiter ou du passage de telle ou telle comète), « extrémistes » du ciel profond (du nom de la principale revue amateur, en France, compilant les observations des amateurs cherchant coûte que coûte à repousser les limites de leur vision et de leur télescope : *Ciel Extrême*), collaborateurs à des programmes de recherche professionnels ou simples dilettantes, tous s'accordent à reconnaître l'apport décisif d'un ciel effectivement noir dans leurs activités : perte des repères et plongée dans l'infini du nocturne pour les uns, augmentation des contrastes visuels et du rapport signal/bruit arrivant à la surface du capteur photosensible pour les autres.

Leur rôle majeur dans la promotion d'une culture scientifique trop peu présente

En dehors de leurs activités personnelles d'observations, les astronomes doivent répondre à une demande sociale de découverte du ciel de plus en plus importante dans le domaine éducatif et culturel, en témoignent le succès des manifestations mises en place pour l'Année Mondiale de l'Astronomie en 2009 ou, plus généralement, les succès de *La Nuit des Étoiles*, de *La Nuit des Étoiles Junior*, l'accroissement des manifestations grand public lors d'événements astronomiques remarquables (passage d'une comète, éclipse de Lune, de Soleil), la multiplication des interventions des associations d'astronomie amateur en milieu scolaire avec la réapparition de l'astronomie dans les programmes d'éducation, etc.

L'AFA, dans son recensement de 2006, estime qu'en France, 2,74 millions de personnes ont été touchées par l'astronomie cette année là (par le biais d'expositions, d'observations publiques, de conférences, d'animations dans les écoles, les MJC, les centres de loisirs, etc.). À son échelle, un club amateur, comme la Société Astronomique de Bourgogne implantée à Dijon, peut atteindre 130 adhérents et toucher, par les manifestations et prestations qu'il propose, 12 000 personnes en une année (estimation sur 2009-2010, hors personnes touchées par les relais médiatiques). Par ailleurs, nombre d'astronomes amateurs participent à la parution d'ouvrages de vulgarisation à destination du grand public ou des

scolaires. En France, le Comité de Liaison Enseignants-Astronomes tient un rôle important dans la promotion de l'astronomie (sous toutes ses facettes, par ses liens avec la culture scientifique générale, l'histoire, la littérature, les mathématiques, la physique ou bien encore les sciences de la vie) dans les programmes scolaires, « au moment où la science a presque totalement disparu des grands médias qui postulent qu'elle n'intéresse personne si elle n'est pas scandaleuse ou catastrophique » (Raichwarg et Jacques, 1991). En 2001, Pierre Causeret (alors président de la Société Astronomique de Bourgogne, professeur de mathématiques, formateur en astronomie à l'IUFM de Dijon) et Liliane Sarrazin (professeur de sciences physiques) publient un ouvrage de vulgarisation sur *Les saisons et les mouvements de la Terre*[231], dont Lucienne Gouguenheim, Professeur à l'université Paris-Sud, signe la préface :

> « Notre vie est rythmée par la succession des jours et des nuits et par celle des saisons. Ces alternances constituent l'une des premières perceptions que l'enfant a de son environnement. Cependant, leurs causes exactes ne sont pas toujours comprises, même du grand public. L'obstacle principal réside probablement dans la difficulté qu'il y a – et c'est celle qui domina majoritairement dans le débat copernicien du XVII[e] siècle – à concevoir une Terre en mouvement. […]
>
> L'étude des mouvements célestes – plus particulièrement ici des mouvements apparents, diurnes et annuels du Soleil et des étoiles, interprétés en termes de mouvement de rotation propre et de révolution de la Terre autour du Soleil – relève, comme c'est souvent le cas pour les phénomènes astronomiques, de disciplines variées. Elle donne lieu à une approche pluridisciplinaire, encore trop rare dans notre enseignement excessivement cloisonné, qui implique les professeurs de sciences physiques et de sciences de la Terre, mais aussi celui de géographie, sans oublier l'instituteur. […]
>
> Le ciel s'offre à nous. C'est en le scrutant que ceux qui nous ont précédés ont peu à peu élaboré les connaissances qui sont aujourd'hui les nôtres. Que l'enfant ou l'adolescent qui apprend refasse les mêmes démarches et rencontre les mêmes obstacles est en soi satisfaisant. Comme l'écrivait Clairaut en 1741, dans la préface de ses *Éléments de Géométrie* : "J'ai pensé que cette Science, comme toutes les autres, devait s'être formée par degrés ; que c'était vraisemblablement quelque besoin qui avait fait faire les premiers pas et que ces premiers pas ne pouvaient pas être hors de la portée des Commençants, puisque c'étaient les Commençants qui les avaient faits." »[232].

Les astronomes amateurs s'attèlent donc fortement à une tâche chère à Camille Flammarion (1842-1925) : mettre à la portée du grand public les problèmes de l'astronomie et de la science.

> « La rénovation de l'astronomie servirait peu au progrès général de l'humanité si ces connaissances restaient enfermées dans le cercle restreint des astronomes de profession. » Et de

[231] CAUSERET P. et SARRAZIN L., 2001, *Les saisons et les mouvements de la Terre*, Paris, Belin.
[232] GOUGUENHEIM L., 2001, Préface à CAUSERET P. et SARRAZIN L., 2001.

> poursuivre : « Il faut prendre le flambeau à la main, accroître son éclat, le porter sur les places publiques, dans les rues populeuses, jusque dans les carrefours. »[233]

Le ciel nocturne constitue donc bien un patrimoine aux enjeux éducatifs, sociaux et culturels devant, aussi à ce titre, être préservé :

> « Jamais l'astronomie n'a autant fait rêver qu'en cette fin de siècle. Jamais cette science n'a été aussi proche des grandes questions que l'homme se pose depuis toujours.
> D'extraordinaires paysages nous parviennent des planètes du système solaire, de fabuleuses images révèlent des galaxies dans leur prime jeunesse aux confins de l'univers, des planètes nouvelles apparaissent autour de lointains soleils ouvrant la voie exaltante de la quête des mondes extrasolaires et de la recherche de la vie extraterrestre.
> Il est paradoxal de constater que dans le même temps, l'homme, en s'éclairant la nuit de façon irréfléchie, se prive progressivement du spectacle à la fois simple et grandiose d'un ciel noir constellé d'étoiles. L'éclairage artificiel, petit à petit, efface à sa vue la magie du ciel nocturne. »[234]

Assurer la présence de la science dans la culture, c'est en premier lieu lui reconnaître sa place dans notre vie quotidienne ; c'est ensuite être conscient des libertés qu'elle permet et procure et, enfin, s'armer d'un minimum de connaissances nécessaire, à l'heure où certains choix politiques (locaux et internationaux) se font sur une base scientifique (problèmes bioéthiques, politiques de lutte contre le changement climatique d'origine anthropique, etc.).

---

[233] FLAMMARION C., 1877, *Les Terres du Ciel*, Paris, Flammarion. Cité par RAICHWARG D. et JACQUES J., 1991.

[234] SIVAN J.-P., 2002, « La Pollution lumineuse et l'Observatoire de Haute Provence », site Web de l'Observatoire de Haute Provence, dernière consultation le 29 août 2010.
URL : http://www.obs-hp.fr/pollution/rapport/rapollum.shtml

> « Si vous avez jamais passé la nuit à la belle étoile, vous savez qu'à l'heure où nous dormons, un monde mystérieux s'éveille dans la solitude et le silence. Alors les sources chantent bien plus clair, les étangs allument des petites flammes. Tous les esprits de la montagne vont et viennent librement ; et il y a dans l'air des frôlements, des bruits imperceptibles, comme si l'on entendait les branches grandir, l'herbe pousser. »
>
> *Les étoiles*, Alphonse Daudet

3.2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Comme le soulignent Longcore et Rich[235], les études sur les effets potentiels de l'éclairage artificiel ont d'abord été menées par groupes taxonomiques (familles au sens biologique) ou écosystèmes, publiées dans la littérature[236], dans des actes de colloques[237] et par des articles dans les revues spécialisées[238]. Plutôt que cette approche encyclopédique, nous reprendrons ici les travaux de Longcore et Rich[239], basés sur une approche par types de conséquences, de façon non taxonomique mais transversale.

3.2.1 Échelle et étendue des effets écologiques, mesures et unités

La terminologie « pollution lumineuse » se rapporte, dans la plupart des cas, à la dégradation du ciel nocturne pour la vue humaine. Les écologues distinguent « la pollution lumineuse astronomique », à cause de laquelle les corps célestes sont effacés par la lumière qui est dirigée, réfléchie ou diffusée par le ciel, de la « pollution lumineuse écologique », qui, elle, change les niveaux d'intensité normaux de lumière et d'obscurité dans les

---

[235] LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

[236] HEALTH COUNCIL OF THE NETHERLANDS, 2000, « Impact of outdoor lighting on man and nature », The Hague, *Health Council of the Netherlands*, Publication No. 2000/25E.
HILL D., 1990, « The impact of noise and artificial light on waterfowl behaviour: a review and synthesis of the available literature », *British Trust for Ornithology* Report n° 61, Norfolk, United Kingdom.

[237] OUTEN A.R., 2002, « The ecological effects of road lighting », SHERWOOD B., CULTER D. et BURTON J.A. (sous la dir. de), *Wildlife and roads : the ecological impact*, p. 133-155, London, Imperial College Press.
SCHMIEDEL J., 2001, « Effects of artificial lighting on the animal world - an overview », *Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz*, n° 67, p. 19–51.

[238] FRANK K.D., 1988, « Impact of outdoor lighting on moths: an assessment », *Journal of the Lepidopterists' Society*, n° 42, p. 63-93.
VERHEIJEN F.J., 1985, « Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies » , *Journal of Experimental Biology*, n° 44, p. 1-18.
SALMON M. (2003). « Artificial night lighting and sea turtles », Biologist 50, p. 163–68.

[239] LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

écosystèmes. Verheijen[240] a proposé le terme de « *photopollution* » pour qualifier « la lumière artificielle ayant des effets nuisibles sur la faune ». Puisque la « *photopollution* » se rapproche littéralement de la « pollution lumineuse », celle-ci étant associée à la vue humaine, l'emploi du terme « pollution lumineuse écologique », plus descriptif, paraît plus adapté. La pollution lumineuse écologique inclut la lumière directement reçue à un endroit donné, les variations d'illumination et les fluctuations provisoires et inattendues de l'éclairage (balayage des feux d'un véhicule, par exemple). Les sources de pollution lumineuse écologique sont donc nombreuses, incluant la lumière diffusée par le ciel, les bâtiments allumées, l'éclairage des rues, des bateaux de pêche, les lumières sur des véhicules (même sur les navires sous-marins de recherches) qui peuvent perturber, à des degrés variables, les écosystèmes. Le phénomène implique donc des effets potentiels à travers une grande gamme d'échelles spatiales et temporelles.

3.2.1.1 L'étendue de la pollution lumineuse écologique

Les échelles spatiales

L'ampleur de la pollution lumineuse écologique est globale[241]. Le premier atlas de la clarté artificielle du ciel nocturne, de Cinzano *et al.*[242], montre que la pollution lumineuse écologique s'étend sur chaque continent. Des écosystèmes peuvent être affectés par ces niveaux d'illumination, et même des lumières ne contribuant pas à la pollution lumineuse astronomique peuvent avoir des conséquences écologiques. La pollution lumineuse écologique touche donc une proportion encore plus grande de la Terre. Les flottilles de pêche au *lamparo*, les plates-formes pétrolières en mer, et les bateaux de croisière apportent l'éclairage artificiel jusque sur les océans.

Les échelles temporelles

Les zones tropicales peuvent être particulièrement sensibles aux altérations du rythme diurne (période de 24 heures) d'alternance jour/nuit, en raison de la régularité, au cours de l'année, des cycles quotidiens[243]. Une nuit raccourcie, ou plus lumineuse, affectera plus les espèces tropicales, habituées à des cycles diurnes à variations saisonnières minimales, que des espèces extratropicales, adaptées à des variations saisonnières de plus grandes amplitudes. Bien sûr, les espèces dont certaines activités ne se déroulent que sur une partie

---

[240] VERHEIJEN F.J., 1985, « Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies », *Journal of Experimental Biology*, n° 44, p. 1-18.

[241] ELVIDGE C.D., BAUGH K.E., KIHN E.A., KROEHL H.W. et DAVIS E.R., 1997a, « Maping City Lights with Nighttime Data from the DMSP Operational Linescan System », *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, n° 63(6), p. 727-734.
ELVIDGE, C.D., BAUGH K.E., KIHN E.A., KROEHL H.W., DAVIS E.R. et DAVIS C.W., 1997b, « Relation Between Satellite Observed Visible-Near Infrared Emissions, Population, Economic Activity and Electric Power Consumption », *International Journal of Remote Sensing*, n° 18(6), p. 1373-1379.

[242] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

[243] GLIWICZ Z.M., 1999, « Predictability of seasonal and diel events in tropical and temperate lakes and reservoirs », TUNDISI J.G. et STRASKRABA M. (sous la dir. de), *Theoretical reservoir ecology and its applications*, São Carlos, International Institute of Ecology.

de l'année, en zones tempérées et en zones polaires, sont à exclure de cette généralisation. Les espèces en zones tempérées seront également très sensibles à des ruptures de luminosité si le déclenchement de certaines de leurs activités dépend des variations saisonnières de la longueur du jour.

3.2.1.2 Mesure(s) et unités

Le problème d'une mesure trop générale

La mesure de la pollution lumineuse écologique nécessite souvent la détermination de l'illumination à un endroit donné. L'illumination est la quantité de lumière incidente par unité de surface ; ce n'est pas la seule mesure concernant la pollution lumineuse écologique, mais la plus commune. La lumière peut varier en intensité (nombre de photons par unité de surface) et en contenu spectral (exprimé par la longueur d'onde). Idéalement, les écologues devraient mesurer l'illumination en photons par mètre carré et par seconde, avec une mesure spectrale simultanée. Plus souvent, l'illumination est mesurée en lux, qui exprime l'éclat de la lumière comme étant perçu par l'œil humain. Les mesures se font, le plus souvent, dans les longueurs d'onde bien détectées par l'œil humain, mais très peu dans celles qu'il ne perçoit pas. Puisque d'autres organismes perçoivent la lumière différemment, parfois dans des longueurs d'onde non accessibles à l'œil humain, les recherches à venir sur la pollution lumineuse écologique se doivent d'identifier ces perceptions et de mesurer la luminosité en un lieu en fonction d'elles. Par exemple, Gal *et al.*[244] ont calculé la courbe de réponse de la crevette de Mysid à la lumière et ont ajusté l'intensité mesurée en lux à la sensibilité spectrale de l'espèce.

Des unités SI trop restrictives

Les écologues sont confrontés à une difficulté pratique lorsqu'il s'agit d'échanger des informations sur les conditions de lumière : le lux est la norme employée par presque tous les concepteurs d'éclairage, ingénieurs, et indicateurs environnementaux ; la communication avec eux exige des données dans cette unité. Pourtant nous le voyons, l'utilisation du lux occulte une partie importante de l'information biologique qui serait appropriée. Les lumières au sodium à haute pression, par exemple, attireront des mites en raison de la forte émission d'Ultraviolets (UV), alors que ce ne sera plus le cas, à intensité égale, pour les lumières au sodium basse pression ne produisant pas d'UV[245] . Ce champ de recherches se développant, des mesures du rayonnement et du spectre concernant les différents organismes concernés devraient être employées, même si le lux continue d'être l'unité privilégiée pour la communication scientifique.

---

[244] GAL G., LOEW E.R., RUDSTAM L.G., et MOHAMMADIAN A.M., 1999, « Light and diel vertical migration : spectral sensitivity and light avoidance by Mysis relicta », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, n° 56, p. 311-322.

[245] RYDELL J., 1992, « Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden », *Functional Ecology*, n° 6, p. 744-750.

Les écologues mesurent également certains aspects de l'environnement lumineux, autres que les simples intensités d'illumination. Un changement soudain de luminosité peut s'avérer être disruptif pour certaines espèces[246], et il peut donc être intéressant pour eux de calculer des taux de variations de luminosité en un endroit, ou lors du passage d'un endroit à un autre. Des mesures de luminance sont également effectuées sur les sources directement visibles par les organismes, en dehors de toute réflexion, réfraction ou diffusion.

3.2.2 Écologie comportementale et de population

La pollution lumineuse écologique a des effets démontrables sur l'écologie comportementale et de population des organismes en conditions naturelles[247]. Dans l'ensemble, ces effets dérivent des changements d'orientation, désorientation, et attraction ou répulsion à cause d'un environnement altéré par la lumière artificielle, ce qui alternativement peut affecter la prédation, la reproduction, la migration et la communication.

3.2.2.1 Orientation/désorientation, attraction/répulsion

L'orientation et la désorientation sont les réponses à l'illumination ambiante (c'est à dire la quantité de lumière incidente sur des objets dans un environnement). En revanche, l'attraction et la répulsion se produisent en réponse aux sources lumineuses elles-mêmes et sont donc des réponses à la luminance ou à l'éclat de la source de lumière.

Les effets de perturbation de l'orientation

L'illumination accrue peut prolonger des comportements journaliers ou crépusculaires dans l'environnement de nuit en améliorant la capacité d'un animal à s'orienter. Beaucoup d'oiseaux habituellement journaliers[248], ainsi que de nombreux reptiles par exemple, chassent sous les lumières artificielles. Cette prédation accrue semble être un bénéfice pour les espèces qui peuvent l'exploiter, mais pas pour leurs proies[249].

En plus d'une prédation accrue, l'exposition à l'éclairage artificiel peut induire d'autres comportements, tels que « le chant marqueur de territoire » chez les oiseaux[250]. Pour le Mimus polyglottos, les mâles chantent la nuit avant de s'accoupler ; un mâle accouplé chante seulement durant la Pleine Lune ou dans une zone artificiellement éclairée[251].

---

[246] BUCHANAN B.W., 1993, « Effects of enhanced lighting on the behaviour of nocturnal frogs », *Animal Behaviour*, n° 45, p. 893-899.

[247] LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

[248] HILL D., 1990, « The impact of noise and artificial light on waterfowl behaviour: a review and synthesis of the available literature », *British Trust for Ornithology* Report n° 61, Norfolk, United Kingdom.

[249] SCHWARTZ A. et HENDERSON R.W., 1991, *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*, Gainesville, University of Florida Press.

[250] BERGEN F. et ABS M., 1997, « Etho-ecological study of the singing activity of the blue tit (Parus caeruleus), great tit (Parus major) and chaffinch (Fringilla coelebs) », *Journal of Ornithology*, n° 138, p. 451-467.

[251] DERRICKSON K.C. (1988). « Variation in repertoire presentation in northern mockingbirds », *Condor*, n° 90, p. 592-606.

L'éclairage artificiel nocturne constant peut également désorienter des espèces habituées à la navigation dans un environnement sombre. L'exemple le plus connu est la désorientation des tortues de mer sortant des nids sur les plages sablonneuses. Dans des conditions normales, les tortues s'éloignent des formes et silhouettes sombres (historiquement, celles de la végétation dunaire), et rampent ainsi rapidement en direction de l'océan, plus clair (réflexion de la Lune, des étoiles). Avec l'éclairage côtier, les silhouettes sombres qui servent de référence pour se diriger vers l'océan ne sont plus perçues, désorientant complètement les tortues qui vont finir leur courte vie au pied des éclairages artificiels[252]. L'éclairage affecte également le comportement des tortues de mer femelles lors de la ponte[253].

Des changements légers d'intensité d'éclairage peuvent perturber l'orientation chez les animaux nocturnes. La gamme des adaptations anatomiques pour permettre la vision de nuit est large[254], et les augmentations rapides de la lumière peuvent aveugler des animaux. Pour des grenouilles, une augmentation rapide de l'illumination cause une réduction des possibilités visuelles pour lesquelles le temps de rétablissement peut aller de quelques minutes à plusieurs heures. Après un ajustement à une forte lumière, les grenouilles peuvent êtres attirées vers elle[255].

Les oiseaux peuvent être désorientés et « enfermés » par des lumières artificielles[256]. Une fois qu'un oiseau est dans une zone éclairée la nuit, il peut devenir « emprisonné », ne pouvant s'échapper de la zone éclairée. Un grand nombre d'oiseaux migrateurs sont donc affectés quand les conditions météorologiques les conduisent près des lumières, par exemple par mauvais temps, ou tard la nuit quand ils tendent à voler plus bas. Dans une sphère de lumière artificielle, les oiseaux peuvent se heurter les uns contre les autres, ou à une structure ; ils s'épuisent et deviennent des proies faciles. Les oiseaux qui sont attirés, en zone urbaine, par des bâtiments aux fenêtres éclairées la nuit meurent à la suite de collisions répétées contre les vitres, comme s'ils essayaient, comme en plein jour, de s'échapper. L'éclairage artificiel attire les oiseaux vers les cheminées industrielles éclairées, vers les phares côtiers[257], les tours d'émission, les bateaux[258], les serres, les plateformes

---

[252] SALMON M., TOLBERT M.G. et PAINTER D.P. (1995). *Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. II. Hatchling orientation*. J Herpetol 29, p. 568-576.

[253] SALMON M. (2003). « Artificial night lighting and sea turtles », Biologist 50, p. 163-168.
WITHERINGTON B.E., 1997, « The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals », CLEMMONS JR et BUCHHOLZ R. (sous la dir. de), *Behavioral approaches to conservation in the wild,* Cambridge, Cambridge University Press.

[254] PARK O., 1940. « Nocturnalism - the development of a problem », *Ecological Monographs*, n° 10, p. 485-536.

[255] JAEGER R.G et HAILMAN J.P., 1973, « Effects of intensity on the phototactic responses of adult anuran amphibians: a comparative survey », *Zeitschrift für Tierpsychologie*, n° 33, p. 352-407.

[256] OGDEN L.J.E., 1996, *Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds*, Toronto, Canada.

[257] SQUIRES W.A. et HANSON H.E., 1918, The destruction of birds at the lighthouses on the coast of California, *Condor* n° 20, p. 6-10.

[258] DICK M.H. et DONALDSON W., 1978, « Fishing vessel endangered by crested auklet landings », *Condor*, n° 80, p. 235-236.

pétrolières[259], et vers d'autres structures éclairées la nuit. En résultent une surmortalité directe, et une perturbation des itinéraires des migrations.

Attraction et répulsion

Beaucoup de groupes d'insectes – les mites sont un exemple bien connu[260] – sont attirés par la lumière artificielle[261]. L'attraction exercée par une source lumineuse sur les insectes dépend de ses caractéristiques spectrales – la lumière UV utilisée dans les collecteurs d'insectes en raison de ses qualités attrayantes en est un bon exemple – et des autres sources lumineuses à proximité.

Les arthropodes ont des réactions variées à la lumière : quelques araignées nocturnes sont repoussées par la lumière, tandis que d'autres l'exploiteront quand elle sera disponible[262]. Certains insectes sont attirés par la lumière de façon très forte, et d'autre sont fortement repoussés quelles que soient les conditions[263], mais chez les arthropodes, ces comportements face à la lumière sont corrélés avec l'humidité et la température.

Ces capacités d'orientation/désorientation des animaux offertes par la lumière artificielle sont parfois exploitées par l'homme dans différents domaines. Ainsi les lumières sont parfois employées pour attirer les poissons vers des « échelles » qui leur permettent de remonter les barrages des centrales hydrauliques[264]. Beier suggère d'installer des lumières pour décourager les pumas de venir chasser à l'intérieur des zones d'habitat humain[265].

3.2.2.2 Reproduction et communication

Une perturbation des comportements reproductifs

Les comportements reproductifs peuvent être changés par l'éclairage artificiel nocturne. Les grenouilles femelles *Physalaemus pustulosus*, par exemple, sont moins sélectives sur le choix de leur compagnon quand la luminosité est augmentée, préférant vraisemblablement s'accoupler rapidement et ainsi éviter le risque accru de prédation durant l'accouplement[266]. L'éclairage nocturne peut également empêcher le mouvement des

---

[259] WIESE F.K., MONTEVECCHI W.A. et DAVOREN G.K., 2001, « Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic », *Marine Pollution Bulletin*, n° 42, p. 1285-1290.

[260] FRANK K.D., 1988, « Impact of outdoor lighting on moths: an assessment », *Journal of the Lepidopterists' Society*, n° 42, p. 63-93.

[261] EISENBEIS G. et HASSEL F., 2000, « Attraction of nocturnal insects to street lights – a study of municipal lighting systems in a rural area of Rheinhessen (Allemagne) », *Natur und Landschaft*, n° 75, p. 145-156.
KOLLIGS D., 2000, « Ecological effects of artificial light sources on nocturnally active insects, in particular on moths (Lepidoptera) », *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen,* Supplement 28, p. 1-136.

[262] NAKAMURA T. et YAMASHITA S., 1997, « Phototactic behavior of nocturnal and diurnal spiders: negative and positive phototaxes », *Zoological Science*, n° 14, p. 199-203.

[263] SUMMERS C.G., 1997, « Phototactic behavior of Bemisia argentifolii (Homoptera: Aleyrodidae) crawlers », *Annals of the Entomological Society of America*, n° 90, p. 372-379.

[264] HAYMES G.T., PATRICK P.H., et ONISTO L.J., 1984, « Attraction of fish to mercury vapor light and its application in a generating station forebay », *International Review of Hydrobiology*, n° 69, p. 867-876.

[265] BEIER P., 1995, « Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat », The Journal of Wildlife Management, n° 59, p. 228-237.

[266] RAND A.S., BRIDAROLLI M.E., DRIES L. et RYAN M.J., 1997, « Light levels influence female choice in Tungara frogs: predation risk assessment ? », *Copeia*, p. 447-450.

amphibiens : Buchanan constate que des grenouilles, dans une clôture expérimentale, cessent de s'accoupler quand des lumières augmentent la luminosité du ciel. Les parades amoureuses ne reprennent que quand la clôture est recouverte pour protéger les grenouilles de la lumière.

Chez les oiseaux, l'éclairage artificiel nocturne affecte le choix de l'emplacement du nid. De Molenaar *et al.*[267] ont étudié les effets de l'éclairage des routes sur le barge à queue noire dans les habitats des prairies humides. Une multiplication de la densité des barges a été enregistrée sur 2 ans, en comparant des zones éclairées, à proximité d'une route, à des zones sombres, loin de l'influence de la route. La densité des nids s'est avérée inférieure (mais statistiquement significative) dans une zone de 300 mètres de part et d'autre de la route, tout autre facteur étant pris en compte. Les chercheurs ont également noté que les oiseaux nichant plus tôt dans l'année choisissent des emplacements éloignés de l'éclairage artificiel, alors que ceux arrivant plus tardivement doivent se contenter d'emplacements plus près des lumières.

Des modes de communication dépendant des niveaux d'éclairement

La communication visuelle intra et inter-espèces peut être influencée par l'éclairage artificiel nocturne. Quelques espèces emploient la lumière pour communiquer, et sont donc particulièrement sensibles à des variations d'intensités lumineuses. La larve de mouche noire femelle attire le mâle jusqu'à 45 mètres grâce à des flashs bioluminescents ; la présence de lumière artificielle réduit la visibilité de ce mode de communication. De même, le système de communication visuelle complexe des lucioles pourrait être altéré par la lumière parasite[268].

L'éclairage artificiel peut également changer des modèles de communication de façon secondaire. Les coyotes, en groupe, hurlent davantage pendant les périodes autour de la Nouvelle Lune, quand la luminosité est moindre. Cette communication est nécessaire pour réduire les risques de prédation ou pour, au contraire, rassembler la meute pour la chasse de grandes proies les nuits sombres[269]. La lueur du ciel engendrée par l'éclairage artificiel peut augmenter l'illumination ambiante et ainsi éliminer ce mode de prédation.

En raison du rôle central de la vision dans l'orientation et le comportement de la plupart des animaux, il n'est pas étonnant que l'éclairage artificiel change leur comportement. Ceci cause un souci immédiat de conservation pour quelques espèces (perturbation des comportements de reproduction), alors que pour d'autres espèces l'influence peut sembler être positive. De tels effets « positifs », cependant, peuvent avoir des conséquences négatives dans le contexte plus vaste de l'écologie de la communauté.

---

[267] DE MOLENAAR J.G., JONKERS D.A., et SANDERS M.E., 2000, *Road illumination and nature. III. Local influence of road lights on a black-tailed godwit (Limosa l. limosa) population*, Wageningen, The Netherlands , Alterra.

[268] LLOYD J.E., 1994, « Where are the lightningbugs ? », *Fireflyer Companion*, n° 1, p. 1, 2, 5 et 10.

[269] BENDER D.J., BAYNE E.M. et BRIGHAM R.M., 1996, « Lunar condition influences coyote (Canis latrans) howling », *Ametrican Midland Naturalist*, n° 136, p. 413-417.

3.2.3 Ecologie de la communauté et effets d'écosystèmes

Les comportements montrés par différents animaux en réponse à l'illumination ambiante (orientation, désorientation) et à la luminance (attraction, répulsion) influencent les interactions entre espèces, notamment la compétition et la prédation.

3.2.3.1 Compétition

L'éclairage artificiel pourrait perturber les interactions entre différentes espèces se partageant une ressource suivant le niveau d'illumination. Par exemple, dans des conditions normales, les temps de recherche de nourriture sont divisés, suivant les différents niveaux de l'éclairage, entre les différentes espèces, et ce en fonction de leurs préférences. La rainette verte des États-Unis, grenouille arboricole particulièrement commune, peut s'orienter et rechercher sa nourriture à des niveaux d'éclairage très bas (jusqu'à 10^{-5} lux) mais cessera cette activité au-dessus de 10^{-3} lux[270]. Le crapaud boréal (ouest de l'Amérique du Nord, population du Canada considérée comme menacée) chasse, lui, seulement entre le 10^{-1} lux et 10^{-5} lux, alors que la grenouille côtière à queue (nord-ouest des États-Unis et sud-ouest du Canada) cherche sa nourriture seulement pendant la partie la plus sombre de la nuit, en dessous de 10^{-5} lux[271]. Bien que ces trois espèces n'occupent pas nécessairement la même niche écologique, elles illustrent la division du temps de quête alimentaire en fonction du niveau d'éclairage.

Beaucoup de chauves-souris sont attirées par les insectes qui se concentrent autour des sources lumineuses. Bien que positif au premier abord, l'augmentation de la concentration de proies ne profite qu'aux espèces de chauve-souris exploitant ces sources, ce qui pourrait entraîner des changements structuraux entres ces différentes espèces. Ainsi, les chauves-souris au vol rapide se rassemblent autour des lumières pour s'alimenter, tandis que les espèces volant plus lentement ont tendance à éviter les lumières[272].

Les changements de compétition se produisent également lorsque les espèces diurnes se « déplacent » temporellement vers des périodes théoriquement nocturnes mais éclairées artificiellement[273]. Cela s'applique particulièrement aux reptiles, mais aussi à d'autres taxons, tels que les araignées et les oiseaux[274].

---

[270] BUCHANAN B.W., 1998, « Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs », *Journal of Herpetology*, n° 32, p. 270-274.

[271] HAILMAN J.P., 1984, « Bimodal nocturnal activity of the western toad (Bufo boreas) in relation to ambient illumination », *Copeia*, n° 2, p. 283-290.

[272] BLAKE D., HUTSON A.M. et RACEY P.A., 1994, « Use of lamplit roads by foraging bats in southern England », *Journal of Zoology*, n° 234, p. 453-462.
RYDELL J. et BAAGØE H.J., 1996, « Streetlamps increase bat predation on moths », *Entomologisk Tidskrift*, n° 117, p. 129-135.

[273] SCHWARTZ A. et HENDERSON R.W., 1991, *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*, Gainesville, University of Florida Press.

[274] HILL D., 1990, « The impact of noise and artificial light on waterfowl behaviour: a review and synthesis of the available literature », *British Trust for Ornithology* Report n° 61, Norfolk, United Kingdom.

3.2.3.2 Prédation

Bien qu'il puisse sembler positif, à première vue, que les espèces diurnes puissent chercher leur nourriture plus longtemps grâce aux lumières artificielles, ce gain de temps d'activité est souvent compensé par un risque accru de prédation[275]. L'équilibre entre la prolongation du temps passé à quêter la nourriture et l'accroissement du risque de prédation est une thématique centrale pour la recherche sur les petits mammifères, les reptiles et les oiseaux[276].

Des changements inattendus des conditions de lumière peuvent perturber les rapports proies/prédateurs. Gliwicz décrit une prédation accrue des poissons sur le zooplancton durant les nuits de Pleine Lune et le crépuscule[277]. Ce « piège lumineux lunaire » est un phénomène naturel, mais l'illumination inattendue par des sources artificielles peut perturber des interactions proies/prédateurs d'une façon semblable, souvent à l'avantage du prédateur, perturbations démontrées par les recherches actuelles. Par exemple, des phoques ont été observés se rassemblant sous les lumières artificielles pour manger les jeunes saumons durant leur migration ; l'extinction des sources lumineuses a entraîné une réduction de la prédation[278]. Frank passe en revue la prédation par les oiseaux, les mouffettes, les crapauds et les araignées des mites attirées par des lumières artificielles[279].

De ces exemples, il découle que la structure d'une communauté peut être changée, que la lumière artificielle affecte des interactions spécifiques entre espèces. Les lumières artificielles créent ainsi une « Pleine Lune permanente » qui favoriserait les espèces qui sauraient en tirer profit, et exclurait les autres, affectant les caractéristiques de bon nombre d'écosystèmes.

Les effets cumulatifs des changements comportementaux sur la concurrence et la prédation entre espèces, induits par l'éclairage artificiel nocturne, ont le potentiel de perturber les fonctions écosystémiques principales, comme l'illustrent les effets de débordement de la pollution lumineuse écologique sur les invertébrés aquatiques. Beaucoup d'invertébrés aquatiques, tels que le zooplancton, se déplacent de haut en bas d'une colonne d'eau sur une période de 24 heures, comportement connu sous le nom de « migration verticale diurne ». La migration verticale diurne résulte vraisemblablement d'un besoin d'éviter la

---

[275] GOTTHARD K., 2000, « Increased risk of predation as a cost of high growth rate: an experimental test in a butterfly », *Journal of Animal Ecology*, n° 69, p. 896-902.

[276] KOTLER B.P., 1984, « Risk of predation and the structure of desert rodent communities ». *Ecology*, n° 65, p. 689-701.
LIMA S.L., 1998, « Stress and decision-making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives », *Advances in the Study of Behavior*, n° 27, p. 215–90.

[277] GLIWICZ Z.M., 1986, « A lunar cycle in zooplankton », *Ecology*, n° 67, p. 883-897.
GLIWICZ Z.M., 1999, « Predictability of seasonal and diel events in tropical and temperate lakes and reservoirs », TUNDISI J.G. et STRASKRABA M. (sous la dir. de), *Theoretical reservoir ecology and its applications*, São Carlos, International Institute of Ecology.

[278] YURK H. et TRITES A.W., 2000, « Experimental attempts to reduce predation by harbor seals on out-migrating juvenile salmonids », *Transactions of the American Fisheries Society*., n° 129, p. 1360-1366.

[279] FRANK K.D., 1988, « Impact of outdoor lighting on moths: an assessment », *Journal of the Lepidopterists' Society*, n° 42, p. 63-93.

prédation durant les heures de forte luminosité[280]. Le seul gradient de luminosité induit par un quartier de Lune (inférieur à 10^{-1} lux) est suffisant pour influencer la distribution verticale de quelques invertébrés aquatiques. En effet les modes de migrations verticales diurnes varient en suivant le cycle lunaire[281].

Moore *et al.*[282] ont documenté l'effet de la lumière artificielle sur la migration diurne de certains zooplanctons. L'éclairage artificiel a diminué l'importance de ces migrations en jouant sur l'amplitude du mouvement vertical et sur le nombre d'individus migrant. Les chercheurs présument que cette rupture de migration verticale diurne peut avoir des effets néfastes conséquents sur l'écosystème. Avec peu de zooplancton migrant à la surface, les populations d'algues peuvent proliférer. Une telle prolifération aurait alors une série d'effets nuisibles sur la qualité de l'eau.

[280] GLIWICZ Z.M., 1986, « A lunar cycle in zooplankton », *Ecology*, n° 67, p. 883-897.

[281] DODSON S., 1990, « Predicting diel vertical migration of zooplankton », *Limnology and Oceanography*, n° 35, p. 1195-1200.

[282] MOORE M.V., PIERCE SM. et WALSH H.M., 2000, « Urban light pollution alters the diel vertical migration of Daphnia », *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, n° 27, p. 779-782.

« Ô doux sommeil, ô nuit à moi heureuse! – Plaisant repos plein de tranquillité, – Continuez toutes les nuits mon songe. »

Sonnets, Louise Labé

3.3 IMPACTS SANITAIRES

La recherche concernant les impacts négatifs de la lumière artificielle sur la santé humaine n'en est qu'à ses prémices, dans une situation comparable à celle dans laquelle elle se trouvait face à la pollution par le bruit il y a une trentaine d'années. Les scientifiques s'intéressent pourtant de plus en plus aux impacts que l'éclairage artificiel peut avoir sur la santé humaine par le biais d'un dérèglement du rythme nycthéméral, de l'alternance naturelle d'un jour et d'une nuit, alternance correspondant à un cycle biologique de 24 heures. Ne pouvant prétendre à une quelconque expertise médicale, nous reprenons ici les éléments de rapports d'expertises collectives de l'INSERM[283] afin de fournir les clés de compréhension des effets et impacts potentiels de la lumière artificielle nocturne sur la santé ; nous en avons extrait, dans les paragraphes 3.3.1 et 3.3.2, les éléments essentiels pour cette approche.

Pour l'être humain, comme pour la plupart des espèces complexes, cette rythmicité jour/nuit est liée aux phases de veille et de sommeil. L'éclairage artificiel nocturne, lors de travaux en horaires décalés ou quand une personne subit une lumière intrusive importante, occasionne des troubles du nycthémère et un dérèglement dans la sécrétion d'un chronobiotique majeur, la mélatonine, communément appelée « hormone du sommeil ».

La lumière inhibe la formation de cette hormone aux propriétés anticancéreuses très importantes. Il semblerait que la suppression de la sécrétion de cette hormone par la lumière artificielle soit la cause d'une augmentation très importante du taux de cancer du sein chez les femmes travaillant la nuit. Elle expliquerait aussi le faible taux de cancer du sein chez les femmes aveugles. Une augmentation similaire du taux de cancer dû à l'éclairage a été observée chez les animaux de laboratoire.

La recherche des dernières décennies a mis en évidence que les cônes et les bâtonnets ne sont pas les seuls photorécepteurs de l'œil. Il existe également une population de cellules

[283] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*
INSERM, expertise collective, 2005, *Cancer : Approche méthodologique du lien avec l'environnement.*
INSERM, expertise collective, 2008, *Cancer et environnement.*

ganglionnaires sensibles à la lumière qui agissent tels des détecteurs de luminosité et régulent de nombreuses fonctions photosensorielles telles que les rythmes circadiens, la synthèse de mélatonine (hormone), la taille de la pupille ou encore le comportement.

La sécrétion nocturne de la mélatonine est sous la dépendance de l'horloge interne de l'organisme, le noyau suprachiasmatique de l'hypothalamus à l'origine des rythmes biologiques circadiens. Cette horloge interne est un amas de petits neurones de l'hypothalamus antérieur animés d'une activité électrique et biochimique spontanée. Il reçoit donc des informations provenant du monde extérieur par la rétine et les transmet d'une part à l'épiphyse par le biais du ganglion cervical supérieur, et d'autre part aux effecteurs neurovégétatifs de l'hypothalamus. La sécrétion de la mélatonine est par ailleurs inhibée par la lumière. L'information de lumière est transmise à l'horloge interne par l'intermédiaire de fibres issues des cellules ganglionnaires de la rétine. Cette information inhibe l'activité du noyau suprachiasmatique qui stimule le système sympathique (le même qui est mis en jeu dans des situations d'urgences ou d'émotions fortes, comme la peur ou la colère), de sorte que la sécrétion de mélatonine s'arrête. Physiologiquement, lorsque la nuit tombe, la noradrénaline, neurotransmetteur important pour l'attention, les émotions, le sommeil ou le rêve, est libérée par les terminales sympathiques et stimule les récepteurs entraînant la synthèse de la mélatonine.

3.3.1 Les rythmes biologiques, leur synchronisation et désynchronisation

La chronobiologie, science qui étudie et quantifie les mécanismes de la structure temporelle biologique, a révélé des rythmes biologiques chez l'homme, dans le monde animal et végétal, et ce à tous les niveaux d'organisation : depuis les cellules et fractions subcellulaires jusqu'à un écosystème tout entier, en passant par les tissus, les organes isolés, les systèmes d'organes, l'individu ou encore une population[284].

3.3.1.1 Définition et caractéristiques des rythmes biologiques

Un rythme biologique se définit comme une suite de variations physiologiques statistiquement significatives, déterminant en fonction du temps des oscillations de forme reproductibles. C'est donc un phénomène périodique et prévisible dont la représentation peut se faire sous forme de chronogramme, courbe de la variation des concentrations de la variable mesurée en fonction du temps. Pratiquement, les chronobiologistes utilisent, pour traiter ces séries temporelles expérimentales, les méthodes des moindres carrés, du Cosinor, ou encore l'analyse de variance quand le rythme étudié ne se présente pas sous forme sinusoïdale. Quatre paramètres caractérisent un rythme biologique (figure 3).

[284] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*
TOUITOU Y. et HAUS E., 1994, « Chronobiology in Laboratory Medicine », TOUITOU Y. et HAUS E. (sous la dir. de), *Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine*, Springer-Verlag, Berlin, p. 673-708.

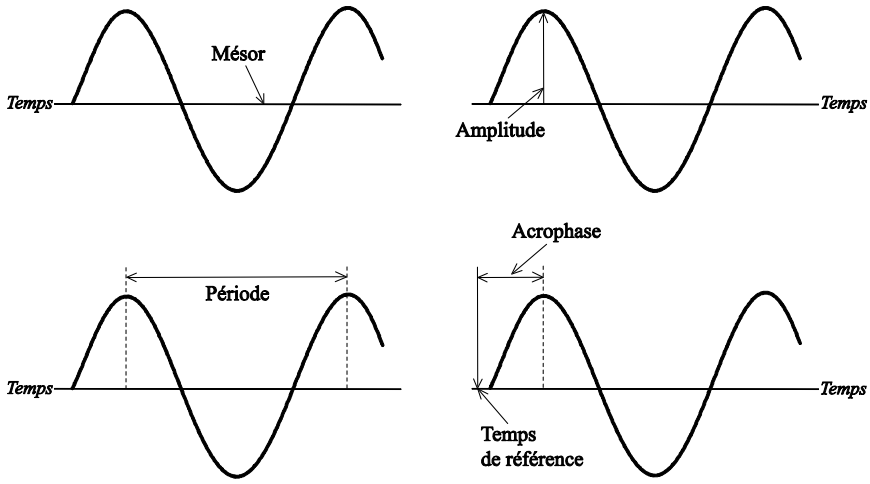


Figure 3 Paramètres caractéristiques d'une fonction rythmique.
D'après Touitou et Haus[285].

« La période représente la durée d'un cycle complet de la variation rythmique étudiée. En fonction de leur période, les rythmes sont appelés circadiens (du latin *circa diem*, environ un jour) si leur période est d'environ 24 heures (24 ± 4 heures). Ces rythmes ont été les plus étudiés chez l'homme. Il faut préciser que l'adjectif nycthéméral doit s'appliquer à un rythme dont la période est de 24 heures exactement. Ce terme est donc souvent utilisé à tort pour désigner des rythmes dont la période est d'environ (*circa*) 24 heures. Des rythmes de fréquence autre que circadienne ont pu être mis en évidence chez l'homme : les rythmes ultradiens sont ceux pour lesquels ont détecte plus d'un cycle dans 24 heures ; les rythmes infradiens sont ceux dont la période est comprise entre 28 heures et un an, ou plus. Enfin, un rythme est dit circannuel si la variation se reproduit avec une fréquence d'environ 12 mois.

Le MESOR (pour *Midline Estimating Statistic Of Rythm*) est le niveau moyen ajusté du rythme, correspondant à la moyenne arithmétique lorsque les données expérimentales sont équidistantes et couvrent un cycle complet.

L'amplitude du rythme correspond à la moitié de sa variabilité totale qui est la différence entre le pic et le creux de la fonction.

L'acrophase est la localisation du maximum de la fonction par rapport au temps de référence. Pour un rythme circadien, l'acrophase correspond à l'heure du pic dans l'échelle des 24 heures ; pour un rythme circannuel, l'acrophase est donnée par le jour et le mois de l'année. »[286]

[285] TOUITOU Y. et HAUS E., 1994, « Chronobiology in Laboratory Medicine », TOUITOU Y. et HAUS E. (sous la dir. de), *Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine*, Springer-Verlag, Berlin, p. 673-708

[286] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

Composantes d'un rythme biologique

On considère qu'un rythme est constitué de deux composantes : la composante exogène et la composante endogène. En effet, notre vie est rythmée par des facteurs exogènes de l'environnement[287], mais notre code génétique règle également nos rythmes.

« Les paramètres caractérisant un rythme biologique dépendent donc, pour une part, de facteurs environnementaux tels que les alternances lumière/obscurité, veille/sommeil, chaud/froid ou encore l'alternance des saisons[288]. Ces rythmes sont appelés « synchroniseurs », « agents entraînants » ou encore « agents donneurs de temps ». Chez l'homme, ils sont de nature socio-écologique principalement, et sont représentés par les alternances lumière/obscurité et repos/activité, ainsi que par des facteurs sociaux comme les horaires de repas[289]. Le rôle du sommeil apparaît fondamental, et la privation de sommeil est en mesure de modifier les rythmes biologiques[290], notamment circadiens, tout comme peuvent le faire des conditions de travail particulières. Des situations d'isolement entrainent des rythmes dits « en libre cours », de la même manière que chez les aveugles où des modifications de la rythmicité circadienne de la température et de la mélatonine ont été observés[291].

La composante endogène peut, elle, être mise en évidence en supprimant la composante exogène du rythme biologique : le contrôle des alternances lumière/obscurité, des alternances veille/sommeil ou de l'heure des repas est possible, notamment lors d'expériences « hors du temps » en laboratoire ou au cours d'expéditions spéléologiques. Lorsqu'un sujet se soumet à de telles conditions de vie, libre de ses actions mais sans repère temporel, ses rythmes biologiques sont conservés, à ceci près que leur période est légèrement différente de 24 heures. Pour corroborer cette notion de composante endogène, des travaux montrent que les jumeaux homozygotes ont des rythmes biologiques identiques. Des facteurs génétiques interviennent donc dans la régulation du cycle veille/sommeil, et sont impliqués dans la typologie du sommeil de chaque individu (« petits » ou « gros » dormeurs, sujets « du matin » ou « du soir »). Des gènes similaires

---

[287] DUFFY J.F., KRONAUER R.E. et CZEISLER C.A., 1996, « Phase-shifting human circadian rhythms : influence of sleep timing, social contact and light exposure », *Journal of Physiology*, n° 495, p. 289-297.
DAWSON D., LACK L. et MORRIS M., 1993, « Phase resetting of the human circadian pacemaker with use of a single pulse of bright light », *Chronobiology International*, n° 10, p. 94-102.
HONMA K., HONMA S., NAKAMURA K., SASAKI M., ENDO T. et TAKAHASHI T., 1995, « Differential effects of bright light and social cues on reentrainment of human circadian rhythms », *American Journal of Physiology*, n° 268, p. R528-R535.
KLERMAN E.B., RIMMER D.W., DIJK D.J., KRONAUER R.E., RIZZO J.F. III et CZEISLER C.A., 1998, « Nonphotic entrainment of the human circadian pacemaker », *American Journal of Physiology*, n° 274, p. R991-R996.

[288] TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

[289] TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

[290] BILLIARD M., CARLANDER B. et BESSET A.,1996, « Circadian rhythm in normal and pathological sleep », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 509-517.
SPIEGEL K., LEPROULT R. et VAN CAUTER E., 1999, « Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function », *Lancet*, n° 354, p. 1435-1439.

[291] LAMBERG L., 1998, « Blind people often sleep poorly ; research shines light on therapy », *Journal of the American Medical Association*, n° 280, p. 1123-1124.

aux gènes impliqués dans le cycle activité/repos de l'animal ont été décrits chez l'homme, comme le gène *clock*[292], dont le polymorphisme dirige la tendance individuelle à se lever et se coucher plus ou moins tôt[293].

Les rythmes biologiques sont, au final, de nature endogène principalement, probablement génétiquement déterminés, et modulés par les synchroniseurs. »[294]

La notion d'horloge biologique

« La chronobiologie repose fondamentalement sur la notion d'oscillateur, horloge biologique interne ou pacemaker, structure endogène capable de mesurer le temps. Dès les années 1970, l'étude des propriétés des noyaux suprachiasmatique (NSC), structures hypothalamiques hétérogènes de 10 000 neurones encore imparfaitement connues, avait conduit au concept d'horloge unique, ou masterclock. Les arguments physiologiques et expérimentaux qui sous-tendaient cette affirmation étaient les suivants :

- l'information photopériodique chemine directement par le trajet rétino-hypothalamique jusqu'au NSC ;
- l'activité neuronale du NSC isolé révèle un rythme circadien ;
- le rythme de l'activité métabolique du NSC se développe en période prénatale ;
- une stimulation électrique du NSC change les phases des rythmes circadiens ;
- des lésions partielles ou totales du NSC causent une perturbation, voire une disparition des rythmes de certaines fonctions.

Cependant, si certains rythmes disparaissent après destruction des NSC chez les animaux de laboratoire, certains autres persistent, comme par exemple le rythme circadien de la corticostérone chez le rat. On en vient à penser alors qu'il existerait, à côté du NSC, d'autres populations neuronales également génératrices de rythmes. L'opinion qui prévaut actuellement chez les chronobiologistes est que ces autres systèmes seraient plus des centres fonctionnels que des noyaux anatomiquement isolés et définis. »[295]

3.3.1.2 Synchronisation des rythmes biologiques

« Au sein d'un même organisme, l'horloge biologique assure une synchronisation temporelle interne, coordonnant les variations circadiennes de multiples paramètres biochimiques, physiologiques et comportementaux. Le tableau 2 donne, pour plusieurs hormones, la cartographie temporelle de leur concentration plasmatique.

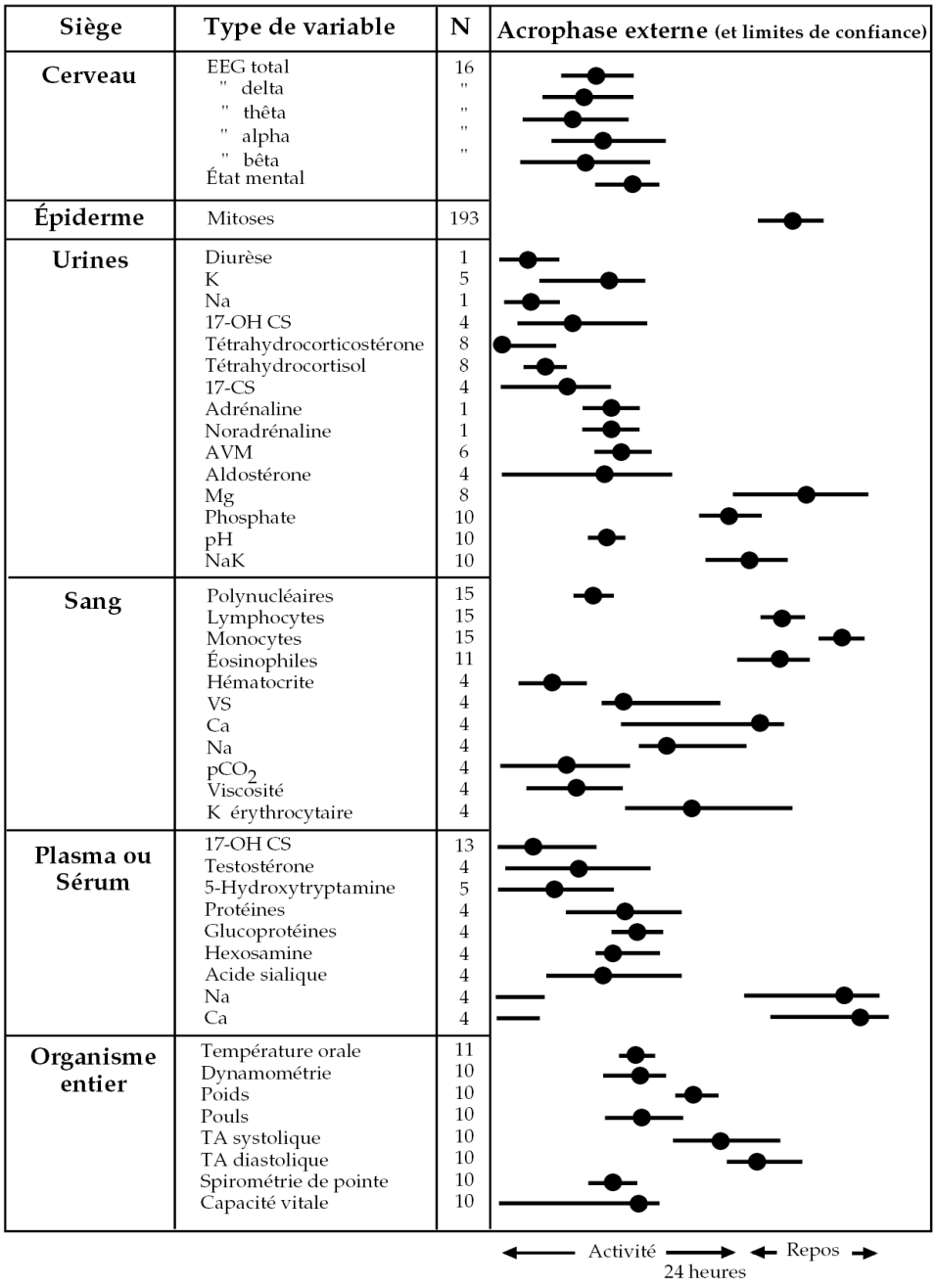
---

[292] STEEVES T.D ., KING D.P., ZHAO Y., SANGORAM A.M. et DU F., 1999, « Molecular cloning and characterization of the human clock gene : expression in the suprachiasmatic nuclei », *Genomics*, n° 57, p. 189-200.

[293] KATZENBERG D., YOUNG T., FINN L., LIN L. et KING D.P., 1998 « A clock polymorphism associated with human diurnal preference », *Sleep*, n° 21, p. 569-576.

[294] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

[295] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*



Siège	Type de variable	N
Cerveau	EEG total	16
	" delta	"
	" thêta	"
	" alpha	"
	" bêta	"
	État mental	
Épiderme	Mitoses	193
Urines	Diurèse	1
	K	5
	Na	1
	17-OH CS	4
	Tétrahydrocorticostérone	8
	Tétrahydrocortisol	8
	17-CS	4
	Adrénaline	1
	Noradrénaline	1
	AVM	6
	Aldostérone	4
	Mg	8
	Phosphate	10
	pH	10
	NaK	10
Sang	Polynucléaires	15
	Lymphocytes	15
	Monocytes	15
	Éosinophiles	11
	Hématocrite	4
	VS	4
	Ca	4
	Na	4
	pCO_2	4
	Viscosité	4
	K érythrocytaire	4
Plasma ou Sérum	17-OH CS	13
	Testostérone	4
	5-Hydroxytryptamine	5
	Protéines	4
	Glucoprotéines	4
	Hexosamine	4
	Acide sialique	4
	Na	4
	Ca	4
Organisme entier	Température orale	11
	Dynamométrie	10
	Poids	10
	Pouls	10
	TA systolique	10
	TA diastolique	10
	Spirométrie de pointe	10
	Capacité vitale	10

Tableau 2 Aspect circadien de la structure temporelle humaine[296].
« Carte temporelle ». N : nombre de sujets ; 17-OH CS : 17-hydroxycorticostéroïdes ; 17-CS : 17-cétostéroïdes ; AVM : acide vanylmandélique ; VS : vitesse de sédimentation.

La production de cortisol est caractérisée par un pic en début de matinée, vers 8 heures ; s'ensuivent une diminution progressive jusqu'au soir, une période de sécrétion minimale autour de minuit puis une élévation rapide dans la seconde partie de la nuit (figure 4). A l'inverse, les concentrations diurnes de la mélatonine sont basses et stables, le pic de production ayant lieu au milieu de la nuit (figure 4). Les profils circadiens du cortisol et de la mélatonine constituent de bons marqueurs de la rythmicité circadienne.

[296] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

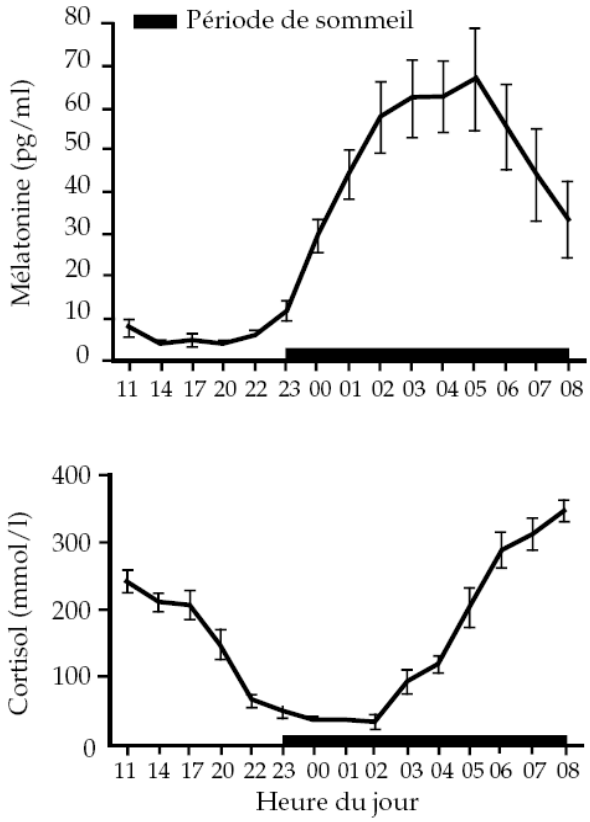


Figure 4 Variations circadiennes des concentrations plasmatiques de la mélatonine et du cortisol. Touitou *et al.*[297]

La seconde fonction de l'horloge interne est de permettre à l'organisme de s'adapter aux modifications d'environnement liées aux alternances entre le jour et la nuit. Les cycles lumière/obscurité jouent un rôle essentiel sur la synchronisation des rythmes circadiens chez l'homme et l'exposition à un pulse lumineux est en mesure de décaler le pic de production d'une hormone. Selon le moment de l'exposition, la phase sera avancée ou retardée. Il a été montré que l'exposition à un niveau de lumière de 2500 lux d'un sujet 3 heures durant (de 5 heures à 8 heures) pendant 6 jours consécutifs entraîne une diminution des concentrations plasmatiques de cortisol et de mélatonine, ainsi qu'un déplacement de la phase (avance de phase) du rythme circadien de ces deux hormones[298] (figure 5).

[297] TOUITOU Y., FEVRE M., BOGDAN A., REINBERG A., DE PRINS J. *et al.*, 1984, « Patterns of plasma melatonin with ageing and mental condition : stability of nyctohemeral rhythms and differences in seasonal variations », *Acta Endocrinology*, n° 106, p. 145-151.

[298] TOUITOU Y., BENOIT O., FORET J., AGUIRRE A. et BOGDAN A., 1992, « Effects of 2 hour early awakening and bright light exposure on plasma patterns of cortisol, melatonin, prolactin and testosterone in man », *Acta Endocrinol*, n° 126, p. 201-205.
LEMMER B., BRÜHL T., PFLUG B., KÖHLER W. et TOUITOU Y., 1994, « Effects of bright light on circadian patterns of cyclic adenosine monophosphate, melatonin and cortisol in healthy subjects », *European Journal of Endocrinology*, n° 130, p. 472-477.

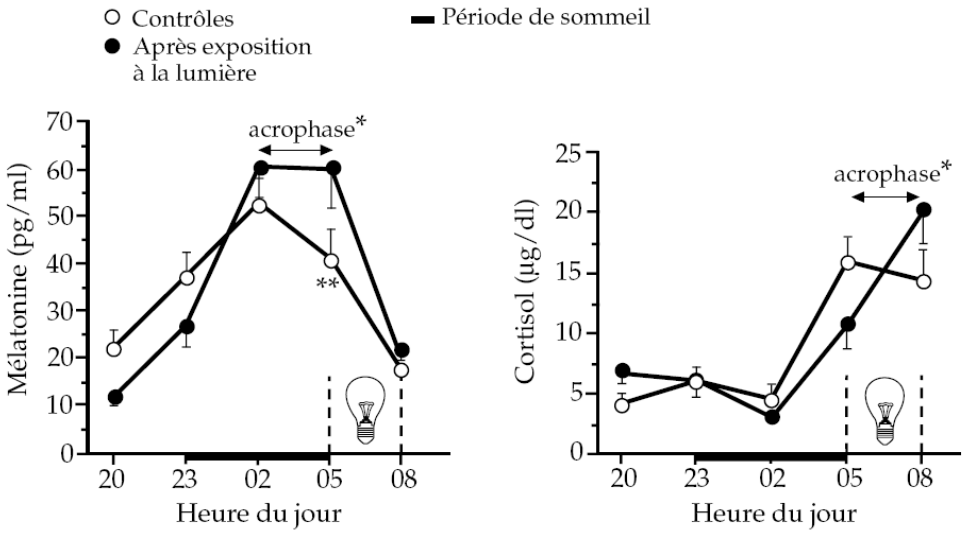


Figure 5 Effet de l'exposition à la lumière sur les profils de la mélatonine et du cortisol plasmatiques chez le sujet sain.
* significativement différent ($p < 0,05$) ; ** significativement différent. Touitou *et al.*[299]

Facteurs influençant les rythmes biologiques

Plusieurs facteurs doivent être précisément connus pour toute étude des rythmes circadiens : âge, sexe, cycle menstruel, poids, taille, origine ethnique du sujet, qualité et quantité de sommeil, pathologies ou traitements éventuels[300]. S'ajoutent à ces facteurs les conditions de l'environnement et leurs alternances : lumière/obscurité, chaud/froid, saisons, veille/sommeil, etc. Le travail de nuit, posté, ou en situation confinée ou de bruit important et continu est également susceptible de modifier les rythmes circadiens[301]. Une augmentation marquée de l'amplitude du rythme circadien de la mélatonine est observée chez les travailleurs postés alors que, en revanche, les concentrations de testostérones sont abaissées[302] (figure 6).

[299] TOUITOU Y., BENOIT O., FORET J., AGUIRRE A. et BOGDAN A., 1992, « Effects of 2 hour early awakening and bright light exposure on plasma patterns of cortisol, melatonin, prolactin and testosterone in man », *Acta Endocrinol*, n° 126, p. 201-205.

[300] TOUITOU Y., BOGDAN A., HAUS E. et TOUITOU C., 1997, « Modifications of circadian and circannual rhythms with aging », *Experimental Gerontology*, n° 32, p. 603-614.

[301] TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

[302] TOUITOU Y., MOTOHASHI Y., REINBERG A., TOUITOU C., BOURDELEAU P. *et al.*, 1990, « Effect of shift work on the secretory nighttime patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone », *European Journal of Applied Physiology*, n° 60, p. 288-292.

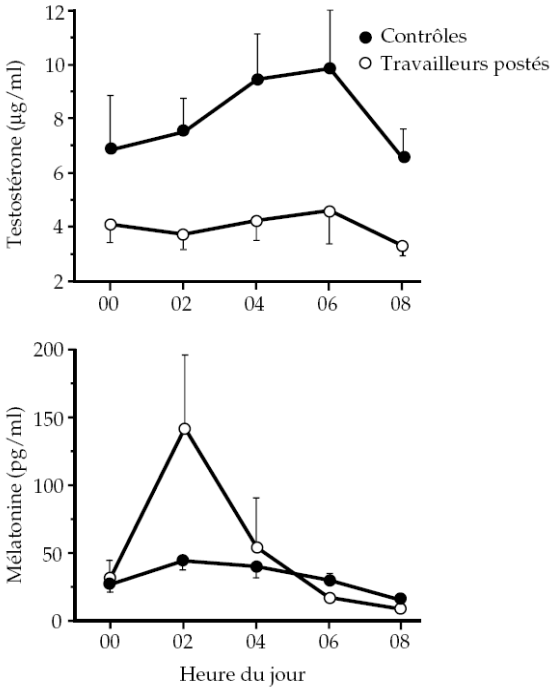


Figure 6 Rythme circadien des concentrations plasmatiques de testostérone et de mélatonine. Chez quatre travailleurs postés et un groupe de sujets contrôles. Touitou *et al.*[303]

L'interaction des rythmes biologiques de différentes périodes, et en particulier l'interaction des rythmes ultradiens sur les rythmes circadiens et l'interaction des rythmes circannuels sur les rythmes circadiens, est également à prendre en compte. Les paramètres qui caractérisent une rythmicité circadienne peuvent être totalement ou en partie modifiés en fonction des saisons (figure 7).

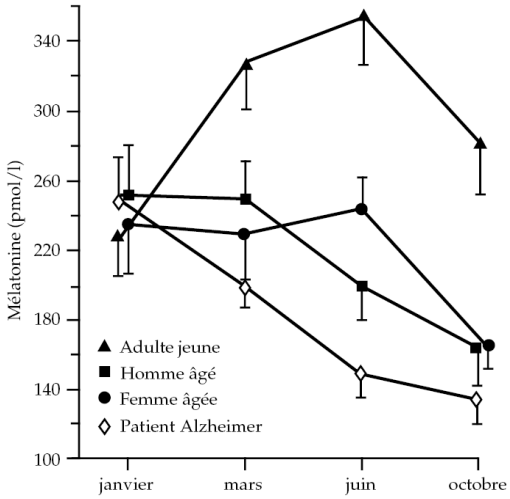


Figure 7 Rythme saisonnier de la mélatonine plasmatique. Chez l'adulte jeune, le sujet âgé et le patient atteint de démence sénile d'Alzheimer Touitou *et al.*[304]

[303] TOUITOU Y., MOTOHASHI Y., REINBERG A., TOUITOU C., BOURDELEAU P. *et al.*, 1990, « Effect of shift work on the secretory nighttime patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone », *European Journal of Applied Physiology*, n° 60, p. 288-292.

La réponse d'un organe à un stimulus peut donc être différente non seulement en fonction de l'heure de la journée, mais également en fonction du moment de l'année durant lequel ce stimulus est appliqué. »[305]

Désynchronisation des rythmes circadiens

« Chez le sujet en bonne santé, dont l'organisme vit en harmonie avec son environnement, les rythmes biologiques sont synchronisés ; en revanche, des perturbations des rythmes peuvent apparaître dans un certain nombre de conditions dites « de désynchronisation »[306]. Une désynchronisation est un état où au moins deux variables rythmiques antérieurement synchronisées ont cessé de présenter les mêmes relations de fréquence et/ou d'acrophase, montrant ainsi des relations temporelles différentes des relations habituelles. La désynchronisation peut être externe, dépendant alors de modifications de l'environnement : phénomène du *jet-lag*, travail posté, etc. Elle peut être interne, ne dépendant pas des facteurs de l'environnement.

On retrouve la désynchronisation dans le vieillissement, dans un certain nombre de maladies comme la dépression et le cancer du sein, de l'ovaire ou de la prostate. La figure 8 montre comment, parmi 13 patientes atteintes d'un cancer du sein avancé, la moitié a un profil considéré comme normal (figure de gauche), tandis que l'autre moitié présente un profil totalement anarchique, témoignant d'une désynchronisation (figure de droite).

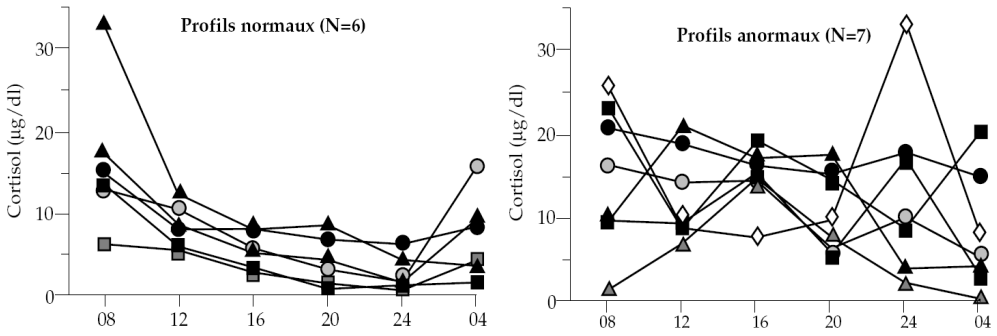


Figure 8 Profils circadiens du cortisol plasmatique.
Chez 13 patientes atteintes d'un cancer du sein avancé. Touitou *et al.*[307]

Cette désynchronisation, qu'elle soit interne ou externe, s'accompagne d'un ensemble de signes atypiques tels que fatigue, dégradation de la qualité du sommeil, de l'humeur, troubles de l'appétit. Tous ces troubles peuvent être corrigés par le traitement de la

[304] TOUITOU Y., FEVRE M., BOGDAN A., REINBERG A., DE PRINS J. *et al.*, 1984, « Patterns of plasma melatonin with ageing and mental condition : stability of nyctohemeral rhythms and differences in seasonal variations », *Acta Endocrinology*, n° 106, p. 145-151.

[305] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

[306] REINBERG A. et TOUITOU Y., 1996, « Synchronization and dyschronism of human circadian rhythms », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 487-495.

[307] TOUITOU Y., BOGDAN A., LEVI F., BENAVIDES M. et AUZEBY A., 1996, « Disruption of the circadian patterns of serum cortisol in breast and ovarian cancer patients : relationships with tumor marker antigens », *Brit J Cancer*, n° 74, p. 1248-1252.

désynchronisation : administration de lumière forte (traitement de la dépression saisonnière) ou administration de mélatonine, synthétisée par la glande pinéale[308]. »[309]

Ainsi, les résultats récents obtenus en chronobiologie moléculaire ont démontré l'existence d'horloges cellulaires dans les tissus périphériques. Les noyaux suprachiasmatiques ne sont donc plus les générateurs de tous les rythmes circadiens, mais jouent vraisemblablement un rôle essentiel dans leur coordination, comme le montre la figure 9.

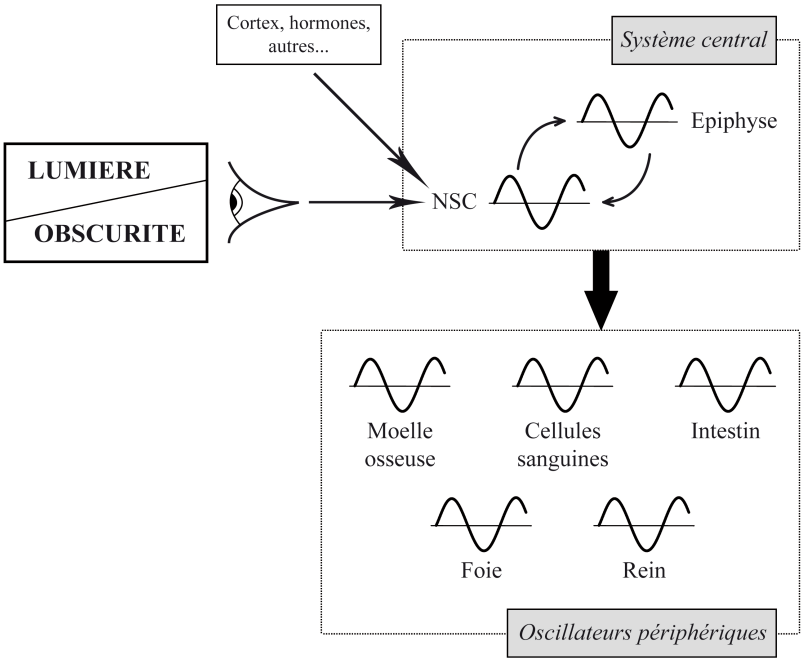


Figure 9 Schéma d'organisation du système circadien des mammifères.
Lumière/Obscurité : alternance régulière de lumière et d'obscurité sur 24 heures. Schéma de l'auteur, d'après Expertise collective INSERM[310].

3.3.2 Déterminer des critères de causalité entre cancer et environnement ?

L'identification des cancérogènes dans l'environnement repose généralement sur la mise en évidence d'une relation causale entre l'exposition à un agent et le cancer chez l'homme. Fondée sur les études épidémiologiques montrant cette relation, l'estimation des risques attribuables aux différents cancérogènes influence les décisions sur les priorités à mettre en œuvre en prévention des cancers.

---

[308] DIJK D.J. et CZEISLER C.A., 1995, « Contribution of the circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, electroencephalographic slow waves, and sleep spindle activity in humans », *Journal of Neuroscience*, vol. 15, p. 3526-3538.
EASTMAN et MIESCKE, 1990, « Entrainment of circadian rhythms with 26-h bright light and sleep-wake schedules », *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, vol. 259, n° 6, p. 1189-1197.
TOUITOU Y., BOGDAN A., AUZEBY A. et SELMAOUI B., 1998, « Mélatonine et vieillissement », *Thérapie*, n° 53, p. 473-478.

[309] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

[310] INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

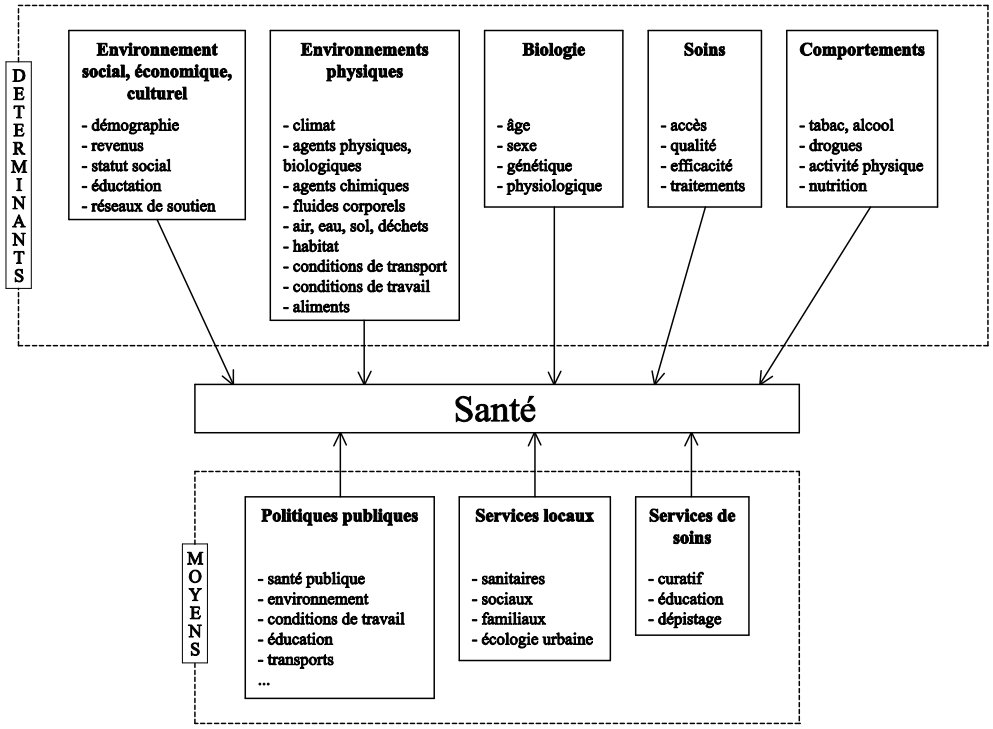


Figure 10 Les principaux facteurs qui influencent la santé. D'après Dab[311].

« Les approches expérimentales pour identifier les cancérogènes ont joué un rôle essentiel jusqu'aux années 1960. Par la suite, il était admis que les résultats épidémiologiques étaient suffisants pour fournir par eux-mêmes la preuve d'une relation causale. Plus tard, les résultats épidémiologiques ont été considérés comme la seule preuve acceptable d'une association causale. Mais le délai peut être long entre l'exposition et la survenue de la maladie, et la prévention primaire peut être retardée par l'attente de données épidémiologiques. Les résultats expérimentaux, en particulier les tests de cancérogenèse à long terme peuvent pallier cette difficulté. Dans certains cas, ils représentent des prédicteurs valables du risque humain. L'évaluation de la cancérogénicité des produits chimiques soumis aux tests de cancérogenèse avant leur production industrielle et leur diffusion dans l'environnement a certainement contribué à la prévention primaire des cancers humains, mais il est difficile de le quantifier. Les approches expérimentales et épidémiologiques jouent donc des rôles complémentaires dans l'identification des cancérogènes.

Le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) a identifié jusqu'en 2002, 87 agents ou expositions comme cancérogènes sur la base de résultats épidémiologiques (processus industriels, produits chimiques ou mélanges en milieu professionnel, médicaments, habitudes culturelles, agents biologiques). Établie sur des données épidémiologiques et expérimentales combinées, une liste complémentaire de 63 produits

[311] DAB W., 2008, *Santé et environnement*, Paris, PUF.

chimiques ou mélanges était proposée comme agents probablement cancérogènes et 234 produits étaient considérés comme possiblement cancérogènes pour l'homme.

La prévention primaire pour le cancer doit associer la réduction du nombre de cancérogènes auxquels l'homme est exposé et la réduction des niveaux d'exposition. Ce dernier point est essentiel même pour des taux d'exposition faible. De grands groupes de population peuvent être exposés à des taux relativement faibles de cancérogènes, mais la réduction de l'exposition aura un effet numériquement important en prévention. Par ailleurs, des niveaux faibles d'exposition à un agent peuvent s'avérer dangereux dans un contexte d'exposition à plusieurs agents en raison des interactions synergiques possibles. Les relations dose-réponse et la définition de seuils peuvent donc avoir des implications importantes en prévention primaire.

De multiples facteurs sont susceptibles d'intervenir dans la survenue d'un cancer. Il reste encore beaucoup d'incertitudes sur la valeur des risques attribuables aux différents facteurs étiologiques : alimentation, exposition professionnelle, pollution. Pour certains, l'origine d'une majorité de cancers pourrait être expliquée par les comportements et le style de vie. Cette vision minimise le rôle joué par les agents environnementaux qu'ils soient ou non des facteurs d'exposition professionnelle, et pour lesquels une relation causale est d'ores et déjà mise en évidence. Il est généralement admis que 50 % des cancers pourraient être évités si les connaissances étiologiques étaient appliquées. Le risque attribuable dépend, en particulier, de la force de l'association entre le facteur d'exposition et le cancer et de la prévalence de ce facteur dans la population.

La susceptibilité génétique individuelle peut aussi moduler les effets de l'environnement. Le rôle du polymorphisme de certains gènes impliqués dans l'activation ou la détoxication des cancérogènes est maintenant bien connu. De même, les polymorphismes des gènes codants pour la réparation de l'ADN, les récepteurs, les homologues d'oncogènes ou suppresseurs de tumeur peuvent aussi affecter la susceptibilité à l'exposition environnementale et rendre compte du risque par une grande variété de processus. Plus les gènes de susceptibilité seront connus plus il sera éventuellement possible d'identifier des sous-populations plus fragiles.

Ainsi, différents types d'études ont abordé les relations entre l'environnement et le cancer. Ils apportent des arguments et des preuves de nature complémentaire. Tous concourent à ce que le processus d'une connaissance validée puisse se construire et aboutir aux guides pratiques et aux recommandations.

La causalité est une notion complexe qui nécessite, pour être abordée, de définir un modèle de causalité. Pour les phénomènes biologiques, ce modèle est en général multifactoriel en ce sens qu'il fait intervenir plusieurs causes formant un ensemble suffisant de causes contributives à la réalisation d'un événement (apparition d'une maladie chez un sujet donné par exemple). Ces causes contributives doivent être rencontrées conjointement ou successivement. Plusieurs ensembles suffisants de causes contributives peuvent coexister pour un même événement.

À la différence de certains phénomènes physiques, la causalité en biologie fait intervenir des éléments stochastiques qui permettent de modéliser les facteurs inconnus qui interviennent dans la relation causale. Par exemple, pour un sujet fumeur dont on connaît précisément la consommation de tabac au cours du temps, on ne peut pas déterminer avec certitude si le sujet va développer un cancer bronchique mais les études épidémiologiques permettent de fournir des estimations du risque, c'est-à-dire de la probabilité de développer un cancer bronchique au cours du temps. La prise en compte d'autres facteurs connus comme influençant ce risque (exposition professionnelle à l'amiante par exemple) ou encore inconnus, ainsi que de leurs interactions, permettra en principe d'affiner ces estimations du risque. L'élément stochastique diminue ainsi avec l'augmentation de la connaissance. Selon certains auteurs, au-delà de cette modélisation stochastique de phénomènes fondamentalement déterministes (une fois tous les éléments causals connus) subsisteraient encore des éléments stochastiques gouvernant la survenue d'un événement même quand toutes les causes contributives d'un ensemble causal suffisant sont réunies. Une discussion approfondie de ces concepts peut-être trouvée dans des ouvrages de référence en épidémiologie.

Les études épidémiologiques permettent d'établir des associations entre des facteurs d'exposition et le risque de survenue d'une maladie. Des mesures d'association telles que le risque relatif ou l'odds ratio sont estimées à partir de ces études afin de quantifier la force de cette association. En cas d'association positive, c'est-à-dire si le risque de la maladie augmente avec l'exposition au facteur considéré, et après avoir autant que possible contrôlé les différents biais possibles des études épidémiologiques, ce facteur est alors considéré comme un facteur de risque. Pour autant, la preuve absolue de la nature causale de la relation entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie n'est pas obtenue. Est-il possible d'obtenir la preuve de la nature causale d'une telle relation ? Selon Hume[312], suivi en cela par Popper[313], si une hypothèse (de relation causale par exemple) peut tout à fait être réfutée par des résultats expérimentaux ou d'observations incompatibles avec cette hypothèse, la preuve d'une hypothèse est au contraire impossible à obtenir et l'on ne peut tout au plus que vérifier, de façon répétée et dans des circonstances différentes, la cohérence des résultats avec cette hypothèse. »[314]

3.3.2.1 Critères de Hill

« Malgré ces restrictions théoriques, les épidémiologistes s'efforcent de juger du degré de plausibilité de la causalité d'une relation en fonction des résultats disponibles, ceci à la fois afin d'aboutir à une meilleure connaissance des déterminants des maladies et afin que des actions de prévention puissent être proposées. Cette démarche est compliquée par le fait que les études épidémiologiques sont le plus souvent de nature observationnelle (études de cohorte et études cas-témoins par exemple) et non expérimentale. À ce sujet, il faut

[312] HUME D., 1739, *Traité de la nature humaine.*
[313] POPPER K., 1934 (1959), *La Logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.
[314] INSERM, expertise collective, 2005, *Cancer : Approche méthodologique du lien avec l'environnement.*

toutefois noter que même les résultats des études expérimentales peuvent être incohérents entre les différentes études ou se prêter à des interprétations divergentes alors que la nature non expérimentale d'une discipline n'empêche pas à l'inverse des avancées scientifiques importantes telles que la compréhension du mouvement des planètes, la tectonique des plaques ou l'évolution des espèces.

En pratique, la démarche retenue est fondée sur un ensemble de critères dont la confrontation permet de juger du degré de plausibilité d'une relation causale. Ces critères sont examinés un à un et leur synthèse permet de progresser dans l'établissement d'un jugement global de plausibilité. Encore faut-il préciser d'emblée que ce jugement global est impossible à traduire sous forme de score ou de résultat chiffré même si des catégories de degré de plausibilité d'une relation causale sont utilisées par certains organismes.

Les critères couramment utilisés sont les critères proposés par Hill[315]. Ces critères reprennent et étendent ceux proposés l'année précédente dans le rapport du « Surgeon General » américain sur les effets du tabagisme sur la santé[316] et peuvent être reliés de façon plus ancienne aux règles proposées par Hume[317].

Association forte
Relation dose-effet
La cause précède l'effet
Spécificité de l'association
Reproductibilité des résultats
Plausibilité biologique
Cohérence biologique
Présence de données expérimentales
Analogie

Tableau 3 Critères de causalité de Hill[318].

Ces critères sont au nombre de neuf (tableau 3). Les cinq premiers caractérisent la nature de l'association entre le facteur d'exposition considéré et le risque de la maladie étudiée en fonction des résultats d'études épidémiologiques. Les quatre derniers concernent la mise en perspective des résultats des études épidémiologiques par rapport aux connaissances biologiques pertinentes pour l'association considérée. »[319]

La force de l'association doit être quantifiée en mesurant, par exemple, le risque relatif. Si elle est souvent considérée comme un critère fort de causalité, elle ne saurait à elle seule

[315] HILL A.B., 1965, « The environment and disease : Association or causation ? », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, n° 58, p. 295-300.

[316] UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE, 1964, rapport du « Surgeon General » sur les effets du tabagisme sur la santé.

[317] HUME D., 1739, *Traité de la nature humaine.*

[318] HILL A.B., 1965, « The environment and disease : Association or causation ? », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, n° 58, p. 295-300.

[319] INSERM, expertise collective, 2005, *Cancer : Approche méthodologique du lien avec l'environnement.*

constituer un critère suffisant de causalité. La relation dose-effet consiste en la présence d'une relation entre le niveau d'exposition au facteur supposé et le risque quantifié de développer la maladie étudiée ; là encore, la seule relation dose-effet ne constitue pas un critère exclusif de causalité. La temporalité veut que la cause précède l'effet, l'apparition de la maladie ; elle ne constitue bien sûr pas à elle seule un critère suffisant. La spécificité de l'association stipule qu'une cause doit conduire à un seul effet, suggérant l'existance d'un mécanisme propre à la maladie. La reproductibilité des résultats de l'association se réfère à la réplication dans plusieurs études, et est d'autant plus importante que ces études sont réalisées dans des contextes ou sur des populations différentes ; elle ne constitue pas pour autant un critère nécessaire. La plausibilité biologique renvoie à la cohérence des résultats par rapport aux connaissances biologiques générales. La cohérence biologique, elle, vérifie l'absence de contradiction entre les résultats et les connaissances biologiques disponibles. La présence de données expérimentales, même si proposée par Hill, n'est ni nécessaire ni suffisante pour affirmer une causalité[320]. Il en est de même pour l'analogie avec d'autres relations causales et leurs mécanismes.

3.3.3 Une relation dose-effet entre LAN et carcinogénèse ?

Les cycles veille/sommeil, la température corporelle et la sécrétion d'un certain nombre d'hormones sont cycliques et leur rythme est entraîné sur la période de 24 heures, en forte relation avec l'environnement (l'alternance jour-nuit est bien le synchroniseur externe le plus puissant, mais le rôle des facteurs sociaux est également important chez l'homme). Quand les rythmes biologiques sont désordonnés, la phase circadienne interne est soit déplacée soit prolongée par rapport aux 24 heures. Des études ont suggéré que le début de l'élévation nocturne de mélatonine en lumière faible est un marqueur de la phase circadienne chez les sujets dits « normaux ». Chez certains aveugles et chez des sujets habitant l'antarctique pendant l'hiver austral, le rythme de la sécrétion de mélatonine est proche de 25 heures : le maximum de sécrétion (acrophase) se décale d'environ une heure tous les jours.

La mélatonine faciliterait le sommeil en provoquant notamment une diminution de la latence d'endormissement, et éventuellement une amélioration de la microstructure du sommeil mais, semble-il, uniquement à des doses supraphysiologiques. Elle serait en particulier efficace dans les insomnies provoquées ou les insomnies des sujets âgés. Elle contribue à la sensation de fatigue et à la baisse de vigilance vespérale.

La mélatonine appartient à la classe des chronobiotiques c'est à dire qu'elle modifie les rythmes dans le sens d'une avance ou d'un retard de phase selon l'heure d'administration. Son administration au voisinage de l'heure d'endormissement souhaitée corrige les troubles des rythmes biologiques en provoquant une avance de phase des rythmes des performances mentales ou des variables physiologiques (y compris de sa propre sécrétion). La mélatonine agit donc en favorisant le repositionnement de la sécrétion endogène et par suite le

[320] INSERM, expertise collective, 2008, *Cancer et environnement.*

rephasage de l'ensemble du système circadien. L'infusion de mélatonine en fin d'après midi ou le soir produit une avance de phase de l'acrophase de la sécrétion endogène de mélatonine et l'infusion le matin ou à midi un retard de phase. Il est ainsi possible de prévenir les troubles liés au décalage horaire lors d'un voyage en donnant de la mélatonine à l'heure appropriée. Cette action chronobiotique de la mélatonine passe par les récepteurs à la mélatonine du noyau suprachiasmatique. Ce n'est pas un hypnotique dans le sens où par elle-même elle n'induit pas le sommeil mais une fois administrée elle initie un certain nombre d'évènements conduisant dans les 2-3 heures à l'ouverture d'une « porte du sommeil ».

La composante exogène du rythme circadien est constituée par les influences de l'environnement au premier rang desquelles se trouve donc l'alternance du jour et de la nuit. Chez l'homme, les synchroniseurs sociaux jouent également un rôle très important. Toute la société suit un rythme marqué par les repas, les périodes de travail et les activités sociales. Si l'on place plusieurs sujets ensemble en isolation temporelle, ils tendent à suivre un rythme unique. Chez l'homme, l'organisation circadienne des états de vigilance n'existe pas dès la naissance sous sa forme adulte mais elle doit être acquise progressivement. Les influences éducatives se traduisent dès les premières semaines ou mois par une synchronisation progressive avec un regroupement des phases de sommeil dans la nuit et de veille dans la journée.

Dans les premières semaines de la vie, le rythme reste anarchique et on voit progressivement émerger la composante endogène plus longue que 24 heures en fonction de la maturation nerveuse. Ce n'est que plus tard que cette composante se synchronisera spontanément sur 24 heures exactement sous l'influence des synchroniseurs externes. A l'autre extrémité de la vie dans l'âge avancé, on observe une tendance à la désynchronisation des phases de veille et de sommeil. Il existe une désorganisation des rythmes circadiens. Il est possible que l'horloge biologique s'affaiblisse par raréfaction neuronale et que son influence devienne trop faible pour maintenir un rythme stable. Par ailleurs il existe également un affaiblissement des synchroniseurs sociaux.

L'axe hypothalamus-glande pinéale, responsable de la sécrétion de la mélatonine, pourrait donc s'altérer suite à des stress chroniques, via principalement les troubles du sommeil ou les comportements addictifs. Des effets identiques sont rapportés du fait du vieillissement. Le cycle circadien de la mélatonine est très lié aux fonctions immunitaires et sa perturbation semble entraîner au sein de populations soumises à des changements fréquents de rythme de vie et à des dérèglements de l'alternance lumineuse naturelle jour-nuit, une augmentation significative de l'incidence des cancers[321]. Des variations moyennes de sécrétion ont été observées du fait de facteurs internes (âge, cycle hormonal) et externes (durée du jour, rythmes de vie, somnifères, médicaments). On s'intéresse aujourd'hui beaucoup à l'impact sur la santé des perturbations du rythme de la mélatonine, depuis que

[321] KWIATKOWSKI F., ABRIAL C., GACHON F., CHEVRIER R., CURE H. et CHOLLET P., 2004, « Stress, cancer et rythme circadien de la mélatonine », *Pathologie Biologie*, n° 53, p. 269-272.

l'on sait que cette hormone influe grandement sur les principales fonctions métaboliques mais aussi qu'elle a des effets non négligeables dans les causes et l'évolution des maladies cancéreuses. Par exemple, l'effet de frein de la mélatonine contre le développement des tumeurs a été largement étudié, *in vitro* et *in vivo*. Pawlikowski *et al.*[322] résument les principaux effets de cette hormone :

- action antiproliférative directe sur les cellules cancéreuses ;
- activité antioxydative : la mélatonine est un « éboueur » de « radicaux libres »[323], composés oxydants capables de provoquer des altérations de l'ADN du noyau cellulaire[324] et mitochondrial[325] et, par suite, la carcinogenèse ;
- modulation du système immunitaire : liens avec la production des cytokines, activation des « lymphocytes natural killer », existence de récepteurs à la mélatonine sur les leucocytes ;
- modulation du système endocrinien : relation entre le rythme circadien de la mélatonine et les hormones thyroïdiennes, sexuelles, etc. ;
- activité possible antiangiogénique : elle empêche le développement d'une vascularisation intra ou péritumorale.

La figure 11 schématise, en les simplifiant, ces mécanismes pour lesquels l'entrant nycthéméral est, comme on peut le voir, prédominant.

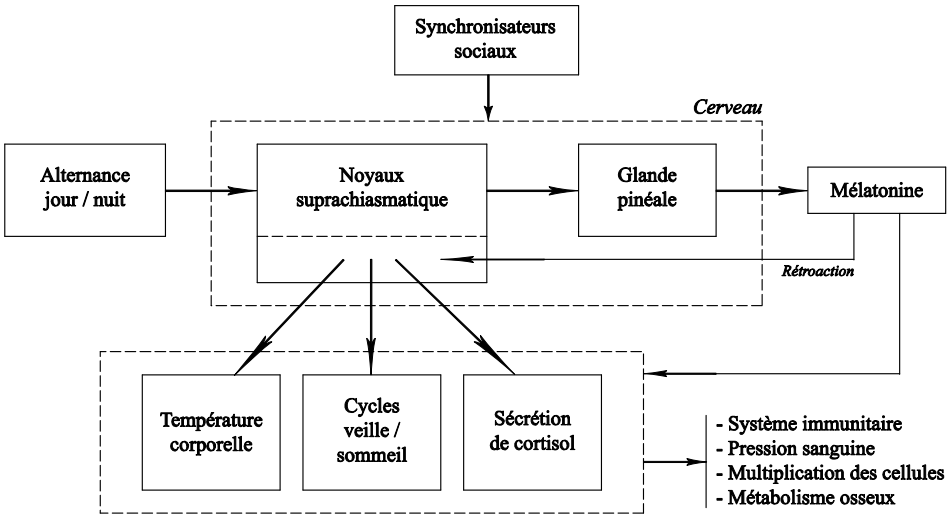


Figure 11 Schéma des principales fonctions métaboliques régies, chez l'homme, par la sécrétion de la mélatonine et sa rythmicité nycthémérale. Schéma de l'auteur.

[322] PAWLIKOWSKI M., KATARZYNA W. et KARASEK M., 2002, « Oncostatic action of melatonin ; facts and question marks », *Neuroendocrinology Letters*, n° 23, p. 24-29.

[323] REITER R.J., 1993, « Interaction of the pineal hormone melatonin with oxygencentered free radicals: a brief review », *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, n° 26, p. 1141-1155.

[324] YAMAMOTO H. et MOHANAN P., 2001, « Preventive effect of melatonin against DNA damage induced by cyanide, kainate, glutathione/Fe3+/O2, or H2O2/Fe2+ », *Journal of Pineal Research*, n° 31, p. 314-319.
ATHAR M., 2002, « Oxidative stress and experimental carcinogenesis », *Indian Journal of Experimental Biology*, n° 40, p. 656-667.

[325] CAREW J.S. et HUANG P., 2002, « Mitochondrial defects in cancer », *Molecular Cancer*, n° 1, p. 9-20.

Les effets cités précédemment poussent les chercheurs à émettre l'hypothèse que le dérèglement du cycle de production de la mélatonine, par le biais de niveaux d'éclairement nocturnes trop élevés, comme ce peut être le cas pour des personnes subissant une forte lumière intrusive, pourrait favoriser le déclenchement de la carcinogenèse.

Plusieurs travaux d'épidémiologie montrent également que l'incidence des cancers est accrue chez les personnes à risque de dérèglement : chez les travailleurs postés[326], chez les pilotes de ligne[327], chez les personnes présentant des troubles du sommeil[328]. L'excès d'éclairage pendant la nuit serait en partie responsable de ces dérèglements.

En janvier 2008, Kloog *et al.*[329] publient dans la revue *Chronobiology International* un article dans lequel ils croisent les données satellites de luminosité des quartiers de 147 communes avec les données des registres de cancers sur ces mêmes espaces. Leurs résultats montrent une codistribution spatiale fortement significative sur leur zone d'étude entre les quartiers très éclairés et les lieux de résidence des femmes atteintes d'un cancer du sein (figure 12 et 13). Bien entendu, et de l'aveu même des auteurs, rien ne permet d'affirmer que l'éclairage artificiel nocturne est le seul facteur, ni même le facteur majeur de risque pour la carcinogénèse du cancer du sein. Les auteurs en appellent cependant au principe de précaution en attendant que d'autres recherches viennent en complément de la leur, ainsi qu'à l'utilisation de niveaux d'éclairement plus faibles en matière d'éclairage public, arguant du fait que ce problème sanitaire « pourrait constituer un désastre dans vingt ans, et [qu'] il sera impossible de revenir sur les erreurs que nous avons faites »[330].

---

[326] DAVIS S., MIRICK D.K. et STEVENS R.G., 2001, « Night shift work, light at night and the risk of breast cancer », *Journal of the National Cancer Institute*, n° 93, p. 1557-1562.
SCHERNHAMMER E.S., LADEN F., SPEIZER F.E., WILLET W.C., HUNTER D.J. et KAWACHI I., 2001, « Rotating Night Shifts and Risk of Breast Cancer in Women Participating in the Nurses' Health Study », *Journal of the National Cancer Institute*, n° 93, p. 1563-1568.
HANSEN J., 2001, « Light at Night, Shiftwork, and Breast Cancer Risk », *Journal of the National Cancer Institute*, vol. 93, n° 20, p. 1513-1515.
HANSEN J., 2001, « Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night », *Epidemiology*, n° 12, p. 74-77.

[327] PUKKALA E., 2003, « Cancer incidence among 10.211 airline pilots: a Nordic study », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, n° 74, p. 699-706.

[328] KRIPKE D.F., 1998, « Mortality hazard associated with prescription hypnotics », *Biological Psychiatry*, n° 43, p. 687-693.

[329] KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G., BARCHANA M. et PORTNOV B.A., 2008, « Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel », *Chronobiology International*, n° 25, p. 65-81.

[330] HAIM A., 2008, *The Washington Post*, édition du 20 février 2008.

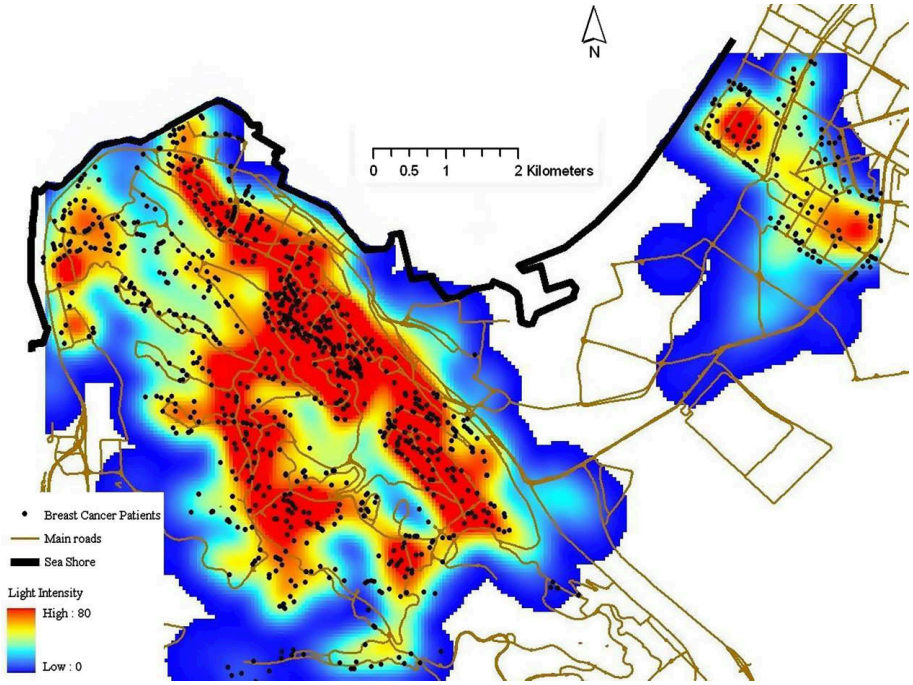


Figure 12 Cancer du sein et intensité de l'éclairage artificiel nocturne.
Localisation des patients atteints du cancer du sein et intensités de l'éclairage artificiel nocturne à Haifa (Israël). Kloog *et al.*[331]

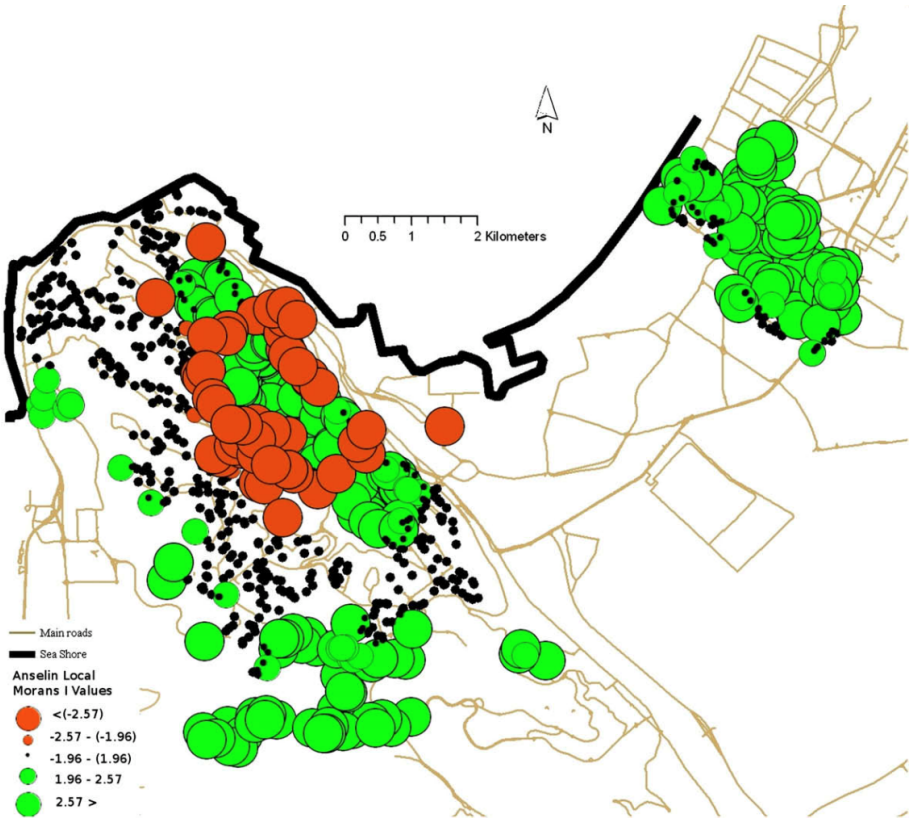


Figure 13 Cartographie des résultats significatifs (test de Moran) de Kloog *et al.*[332]

[331] KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G., BARCHANA M. et PORTNOV B.A., 2008, « Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel », *Chronobiology International*, n° 25, p. 65-81.

En 2009, Kloog *et al.*[333] étendent leurs recherches et travaillent sur 164 pays, cherchant ainsi à savoir si les différences de niveaux de l'éclairage public entre ces pays ont une incidence sur le nombre de cas de cancers de la prostate, du colon et des poumons chez l'homme. Ils pondèrent les données des niveaux d'éclairement avec les données de population et plusieurs indicateurs environnementaux et de développement. Leurs résultats montrent une association positive et significative entre la distribution des niveaux d'éclairement et les cas de cancer de la prostate. Aucune relation significative n'est cependant montrée pour les cancers du colon et des poumons. Kloog *et al.* effectuent en 2010[334] la même étude autour des cancers du sein, du foie, du larynx et colorectal chez la femme. Là encore, leurs résultats montrent une association positive et significative entre la distribution des niveaux d'éclairement et les cas de cancer du sein. Aucune relation significative n'est par contre montrée pour les cancers du foie, du larynx et colorectal. Dans ces deux études récentes, Kloog *et al.* montrent que ces résultats sont en accord avec les théories médicales établissant la possibilité d'un lien entre dérèglement du rythme circadien de la sécrétion de la mélatonine et risque d'apparition de certains cancers.

Cependant, les étude de Kloog *et al.* ne démontrent pas que la lumière est directement la cause de ces cas de cancer du sein. Comme pour un grand nombre d'études produites, les auteurs ne tiennent pas compte des nombreux mécanismes en jeu dans l'apparition du cancer. Ces corrélations significatives ne sont pas la preuve d'une relation dose-effet entre lumière artificielle nocturne et cancer. Celui-ci a des causes multifactorielles et, pour le cancer du sein, il apparaît important de tenir compte dans les études statistiques de la contraception, du traitement de la ménopause par des hormones, de l'allaitement ou non au sein. Les patients n'ont ici pas d'histoire, et les paramètres vus ci-dessus pouvant expliquer la relation entre lumière et cancer (d'une façon générale, la stabilité chronobiologique des sujets) n'entrent pas ici dans le champ de l'étude, qui apparaît donc incomplète.

Il n'en reste pas moins que la perturbation des rythmes veille-sommeil a donc des conséquences importantes sur le rythme de production de la mélatonine, le plus souvent induisant une diminution de l'amplitude, comme lors du vieillissement[335]. Quand aucune cause concrète n'interfère avec le rythme d'alternance jour-nuit, le stress, les traumatismes, la dépression ont été décrits comme perturbateurs principaux du sommeil et par suite du rythme de la mélatonine[336] à tel point que le stress chronique est parfois considéré dans ses

---

[332] KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G., BARCHANA M. et PORTNOV B.A., 2008, « Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel », *Chronobiology International*, n° 25, p. 65-81.

[333] KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G. et PORTNOV B.A., 2009, « Gobal co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men », *Chronobiology International*, n° 26, p. 108-125.

[334] KLOOG I., STEVENS R.G., HAIM A. et PORTNOV B.A., 2010, « Nighttime level co-distributes with breast cancer incidence worldwide », *Cancer causes & control : CCC*, article sous presse (publication en ligne via PubMed avant impression).

[335] BARTSCH C., 2001, *The pineal gland and cancer*, Berlin, Springer.

[336] ALMAY B.G., VON KNORRING L. et WETTERBERG L., 1987, « Melatonin in serum and urine in patients with idiopathic pain syndromes », *Psychiatry Research*, n° 22, p. 179-191.

effets comme un vieillissement anticipé. De surcroît, les comportements addictifs (produits et/ou médicaments), visant à compenser le stress, influent eux aussi sur ce rythme : l'alcool inhibe la sécrétion de mélatonine de manière dose-dépendante[337], de même que le tabac et la prise de somnifères[338]. Enfin, les perturbations des rythmes du métabolisme se sont révélées êtres pronostiques de la survie chez les patients cancéreux[339].

[337] EKMAN A.C., LEPPALUOTO J., HUTTUNEN P., ARANKO K. et VAKKURI O., 1993, « Ethanol inhibits melatonin secretion in healthy volunteers in a dose-dependent randomized blind cross-over study », *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, n° 77, p. 780-783.

[338] GALLARDA T. (2003). « Stress, dépression et troubles cognitifs », THURIN J.-M. et BAUMANN N. (sous la dir. de), *Stress, Pathologie et Immunité*, Paris, Médecine-Sciences Flammarion, p. 125-133.

[339] MORMONT M.C., DE PRINS J. et LEVI F., 1996, « Étude des rythmes circadiens d'activité par actométrie : résultats préliminaires chez 30 patients atteints d'un cancer colorectal métastasé », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 165-171.

Conclusion

Lucifer (étymologiquement « qui apporte la lumière », du latin *lux*, lumière et *fero*, porter) fut déchu du zénith au nadir, devenant Satan, prince des Ténèbres et esprit du Mal s'opposant à la Lumière créée par le Verbe, la Parole de Dieu. Dualité, double nature antithétique évoquant les oppositions mais également, inéluctablement, les complémentarités. Ainsi du rythme à deux temps de la vie et de la mort, du passé et de l'avenir, du blanc et du noir, de la lumière et de l'ombre, du jour et de la nuit. Cette dernière, parce que temps de l'ombre, des ténèbres – et donc des peurs –, reste chargée, encore aujourd'hui, d'une mythologie l'associant au mal, au complot et à l'insécurité. Pourtant, la nuit n'en est pas moins, pour beaucoup, le moment des plaisirs de la fête et de la transgression de certains « interdits sociaux ». Nous avons ainsi rappelé à quel point notre société entretient une relation complexe avec la nuit, cet espace-temps hors des cadences diurnes qui favorise la réflexion, l'imaginaire, l'écoute, la création, le rapprochement de l'autre, tout en révélant la ségrégation, la peur et donc la restriction.

L'histoire de l'éclairage urbain est pavée de la volonté de répondre à ces peurs sociales par la soumission de la rue à l'ordre ; néanmoins, d'autres fonctions sont rapidement attribuées à l'éclairage artificiel, qui doit désormais – outre assurer la sécurisation des lieux, des biens, des personnes et des déplacements dans la ville – participer à la recomposition des espaces et à la promotion urbaine par le biais de ce qu'il est convenu d'appeler « la mise en lumière ». Plusieurs outils ont ainsi vu le jour dans les documents d'urbanisme (les deux principaux étant le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière et le plan lumière) pour servir une scénographie lumière participant souvent d'une « touristisation »[340] de la ville. Certaines voix se sont ainsi élevées – et ce jusqu'au sein de la communauté des concepteurs lumière – afin de prévenir un risque de surenchère lumineuse, qui participerait de la fabrique d'un centre-ville muséifié, ayant parfois l'allure nocturne d'un parc d'attractions.

Les effets de la lumière artificielle nocturne peuvent en fait s'avérer négatifs. Nous avons ainsi mis en avant trois grands types d'impacts consécutifs à une utilisation à outrance de l'éclairage artificiel, avec tout d'abord la privation – au travers de la perte de la vision du

[340] MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, nº 12-13, p. 201.

ciel étoilé – d'une ressource philosophique, astronomique et paysagère qui porte en elle un enjeu majeur d'éducation culturelle et scientifique. Nous avons également montré comment la lumière artificielle impacte, par le biais d'effets multiples de comportements et de populations, l'ensemble des écosystèmes. Enfin, nous avons développé plusieurs éléments permettant de cerner les enjeux actuels de la recherche médicale autour de la thématique d'une possible relation dose-effet entre lumière artificielle nocturne et cancer (du sein et de la prostate notamment).

DEUXIÈME PARTIE :

LES TERRITOIRES DE LA LUMIÈRE

Introduction

Objet géographique multiscalaire, l'empreinte lumineuse qui naît de l'éclairage artificiel nocturne demande à être définie, observée et décrite à ses différentes échelles. Le premier chapitre de cette partie s'attache donc à définir la notion de halo lumineux, à l'origine du concept d'empreinte lumineuse que nous introduisons ici, et à décrire – de façon la plus imagée possible, tentant ainsi d'éviter l'écueil d'une technicité trop hermétique – les différents paramètres contribuant à sa formation, que ceux-ci soient inhérents ou extérieurs aux sources lumineuses. Après avoir distingué le halo d'échelle fine (entourant chaque source lumineuse) du halo d'agglomération (naissant de l'accumulation de la lumière émise par une multitude de luminaires), nous cherchons à cerner l'empreinte lumineuse en elle-même et à différentes échelles : à chacune d'elles, nous relions un type de modélisation afin de souligner les particularités géographiques de cet objet et de mettre en avant l'impossible utilisation d'un outil unique pour sa caractérisation. À échelle très fine (intra-urbaine), les modélisations « classiques » – par le biais de l'imagerie satellitale, ou des densités de population – laissent place à une approche sensible de l'empreinte lumineuse, qui reflète les mécanismes à l'œuvre dans la fabrique de la ville. Nous présentons néanmoins une modélisation très fine du halo et de l'empreinte lumineuse, en nous interrogeant sur ses possibles champs d'applications.

Le second chapitre décrit le jeu d'acteurs institutionnels autour de l'éclairage en France. Partant de l'échelle nationale, à laquelle prévalent la production d'électricité et – non sans liens – les grandes recommandations en matière d'éclairage public, nous nous dirigeons vers l'échelle locale et vers une multiplication des acteurs potentiels qui place le maire, ultime décideur en matière d'éclairage public, sous influence. Chacun de ces acteurs doit faire face à des contraintes fortes, qu'elles soient techniques (évolution des capacités de production d'électricité liée au vieillissement du parc nucléaire d'EDF, dimensionnement du réseau de transport d'électricité, pour RTE, ou de distribution pour ERDF, gestion du parc de luminaires existant pour les acteurs locaux), budgétaires (coûts de la gestion des pointes dans la demande en électricité, entretien et mise à niveau des réseaux de transport et de distribution, nécessité pour les industriels et les acteurs privés de dégager des bénéfices à partir d'un service public, état des finances locales obligeant à la sobriété énergétique pour les communes) ou légales. Nous tentons donc ici d'éclaircir les interactions aux différentes

échelles entre ces acteurs, tout en questionnant la notion d'éclairage public au regard des formes émergeantes dans sa gouvernance.

CHAPITRE 1 :

DES EMPREINTES LUMINEUSES DIFFÉRENCIÉES

« Il est par conséquent utopique d'espérer quantifier par un calcul en unités photométriques, l'éclairement ou la luminance du halo lumineux. »

Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques, AFE

1.1 LES DIFFÉRENTS HALOS LUMINEUX

1.1.1 Notions simplifiées d'éclairagisme

Au moment d'entrer dans cette deuxième partie, il convient, pour la bonne compréhension des techniques mobilisées, de définir quelques grandeurs et notions de base utilisées en éclairagisme. Cette partie de définitions ne saurait bien sûr pas se substituer à la consultation d'ouvrages techniques détaillant plus amplement ces notions, mais nous pensons qu'elle a ici sa place afin de rendre la lecture de ce travail plus aisée.

1.1.1.1 Flux, intensité, luminance et éclairement, des notions nécessaires

Le flux lumineux

Le flux lumineux (symbole Φ) est la quantité d'énergie lumineuse émise dans l'espace par une source lumineuse pour une unité de temps. Son unité de mesure est le lumen (lm). Le lumen est défini comme étant le flux lumineux émis dans l'angle solide unitaire par une source lumineuse ponctuelle située au centre d'une sphère d'intensité lumineuse équivalente à 1 cd (candela, voir ci-après) dans toutes les directions. Dans le système international (SI) l'unité de mesure de l'angle solide est le stéradian (sr), à l'origine du rapport :

$$1lm = 1cd \times sr \quad (1)$$

Le flux lumineux étant une quantité de lumière émise pour une unité de temps par une source lumineuse, il doit être, du point de vue dimensionnel, considéré comme étant une puissance, car étant une énergie divisée par une unité de temps. Une extension intéressante du concept de flux lumineux considéré comme puissance est le concept d'efficacité lumineuse, rapport entre le flux émis par la source lumineuse et la puissance employée pour obtenir ce flux. À partir de la valeur obtenue, il est possible d'évaluer l'économie d'énergie qu'une lampe peut procurer par rapport à une autre. Le tableau 4 donne, pour les lampes les plus courantes, ces équivalences.

Lampe	Puissance (W)	Flux (lm)	Efficacité (lm/W)
ALO	300	5 000	17
MBF	125	6 300	50
FL comp.	24	1 800	75
FL tub.	36	3 350	93
JM	2 000	180 000	90
SAP-T	400	48 000	120
SBP	90	13 500	150

Tableau 4 Valeurs de puissance, de flux et d'efficacité pour les types d'ampoules les plus courants. D'après documentation Disano Illuminazione®.

L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse (I) est la quantité de lumière émise par une source ponctuelle, qui se propage dans une direction déterminée. Cette intensité est définie comme étant le quotient du flux Φ émis dans une certaine direction dans un cône d'angle solide unitaire ω, d'où la formule :

$$I = \frac{d\Phi}{d\varpi} \quad (2)$$

L'unité de l'intensité lumineuse est la candela (cd), considérée dans le SI comme la grandeur physique fondamentale. Lors de la seizième Conférence des Poids et Mesures de 1979, il a été établi que l'intensité de 1 cd équivaut à l'intensité d'une source qui émet dans un angle solide de 1 stéradian la radiation monochromatique de fréquence et de puissance :

$$\Phi = \frac{1}{683} W \quad (3)$$

L'œil moyen international, établi par la CIE, permet de définir la valeur maximale de visibilité relative pour des radiations ayant une longueur d'onde de 555 nm, valeur qui correspond à 1 lumen.

La luminance

Quand la source lumineuse n'est pas ponctuelle (sol, mur, ciel, etc.), elle est à considérer comme ayant une certaine dimension et, par conséquent, la définition de l'intensité lumineuse donnée ci-dessus ne peut s'appliquer. Un nouveau concept doit être introduit, évaluant la quantité d'énergie lumineuse émise par ces surfaces, qu'il s'agisse d'une lumière propre ou, plus souvent, d'une lumière réfléchie. La grandeur photométrique ainsi introduite est la luminance (L), définie comme étant le rapport entre l'intensité lumineuse de la source lumineuse dans la direction d'un observateur et la superficie émettrice telle que vue par l'observateur (superficie apparente). L'unité de mesure de la luminance est la candela par mètre carré (cd/m²), et l'équation de base est la suivante :

$$L = dI \frac{\alpha}{dA} \times \cos\alpha \quad (4)$$

Où I est l'intensité lumineuse en candela à l'angle α, A la zone de la source lumineuse, et cos α le cosinus de l'angle compris entre l'œil de l'observateur et la perpendiculaire par rapport à la source lumineuse. Le tableau 5 donne quelques valeurs de luminance, naturelles ou artificielles.

Référence	Luminance indicative (cd/m²)
Soleil à midi	$1{,}6.10^{9}$
Coucher du Soleil	6.10^{6}
Ciel clair	8.10^{3}
Ciel nuageux	2.10^{3}
Ciel nocturne exceptionnellement sombre	$1{,}75.10^{-4}$
Pré	8.10^{2}
Neige	$3{,}2.10^{4}$
Bougie stéarique	5.10^{3}
INC 60 boule claire	5.10^{6}
FL 18W	4.10^{3}
JM 70W	$1{,}5.10^{7}$

Tableau 5 Valeurs de luminance indicatives pour quelques références naturelles ou artificielles.

L'éclairement

Enfin, le dernier concept largement utilisé dans les projets d'éclairagisme est l'éclairement, mesuré en lux (lx), permettant d'évaluer la quantité de lumière émise par une source lumineuse qui est effectivement présente sur une surface déterminée (on parle souvent d'éclairement au sol, par exemple). L'éclairement (E) est donc la quantité de flux lumineux (dΦ) frappant une surface (dA). Le tableau 6 donne quelques exemples de niveaux d'éclairement.

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (5) \text{ et : } 1lux = \frac{1lm}{1m^2} \quad (6)$$

Référence	Eclairement (lx)
Plein soleil, ciel clair	100 000
Ciel nuageux	10 000
Eclairage routier	5 à 30
Minimum indispensable aux piétons pour éviter les obstacles	0,2 à 1
Ambiance domestique	100 à 200
Locaux commerciaux	200 à 3 000
Bureaux et écoles	300 à 2 000

Tableau 6 Valeurs d'éclairement indicatives pour quelques références naturelles ou artificielles.

1.1.1.2 Les diagrammes de rayonnement

Il est nécessaire, avant de s'intéresser véritablement au halo lumineux qu'engendre tout luminaire, de bien appréhender les grands traits de celui-ci, à savoir ses caractéristiques photométriques et leur résultante en terme d'éclairement au sol, ainsi que les leviers d'action à disposition du technicien, sur le terrain, pour faire varier cet éclairement.

Présentation

L'information principale concernant la photométrie d'un lampadaire est contenue dans son diagramme de rayonnement (en candélas par lumen ou, plus couramment, par kilolumen), qui est souvent donné en représentation polaire, suivant les 360° d'un disque dont la source de lumière (l'ampoule) occupe le centre. Le plus souvent, deux mesures sont effectuées dans deux plans orthogonaux, comme le montre la figure 14.

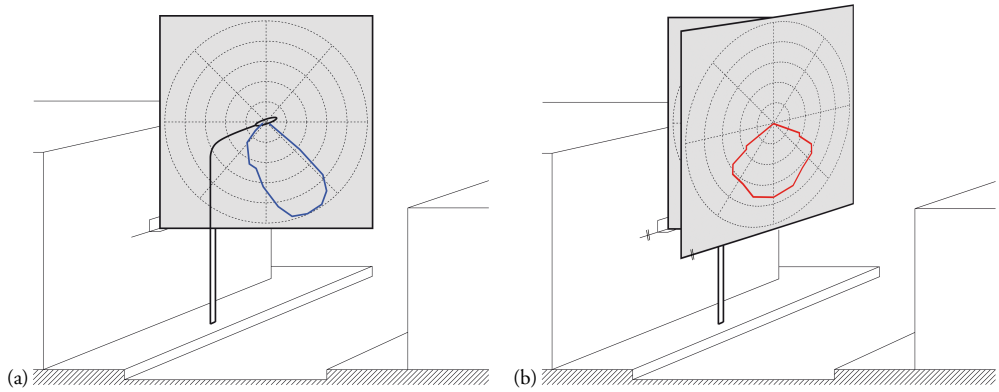


Figure 14 Diagrammes de rayonnement d'un luminaire.
Principes de représentation graphique des diagrammes de rayonnement d'un luminaire selon deux plans orthogonaux. L'un va donc donner le rayonnement « vers l'avant » ou « vers l'arrière » du lampadaire (figure a), l'autre le rayonnement « sur les côtés » du lampadaire (figure b).

Exemples

Pour chaque luminaire, les constructeurs fournissent ce diagramme de rayonnement qui permet de visualiser la géométrie de l'intensité lumineuse par unité de flux lumineux (cd/lm, ou plus souvent exprimée en cd/klm). La figure 15 montre, pour deux types de luminaires très différents ces diagrammes de rayonnement. Ces deux exemple font apparaître un des paramètres majeurs des luminaires : l'ULOR (*Upward Light Output Ratio*). Celui-ci est défini formellement comme le pourcentage de flux lumineux sortant du luminaire au-dessus du plan horizontal. Ainsi, le diagramme (a) de la figure 15 montre un luminaire émettant plus de lumière au-dessus du plan horizontal (ligne marquée 90°) qu'en-dessous. À l'inverse, le diagramme (b) montre un luminaire n'émettant aucune lumière au-dessus du plan horizontal ; ce type de luminaire est dit « *full cut-off* » ou « complètement défilé ».

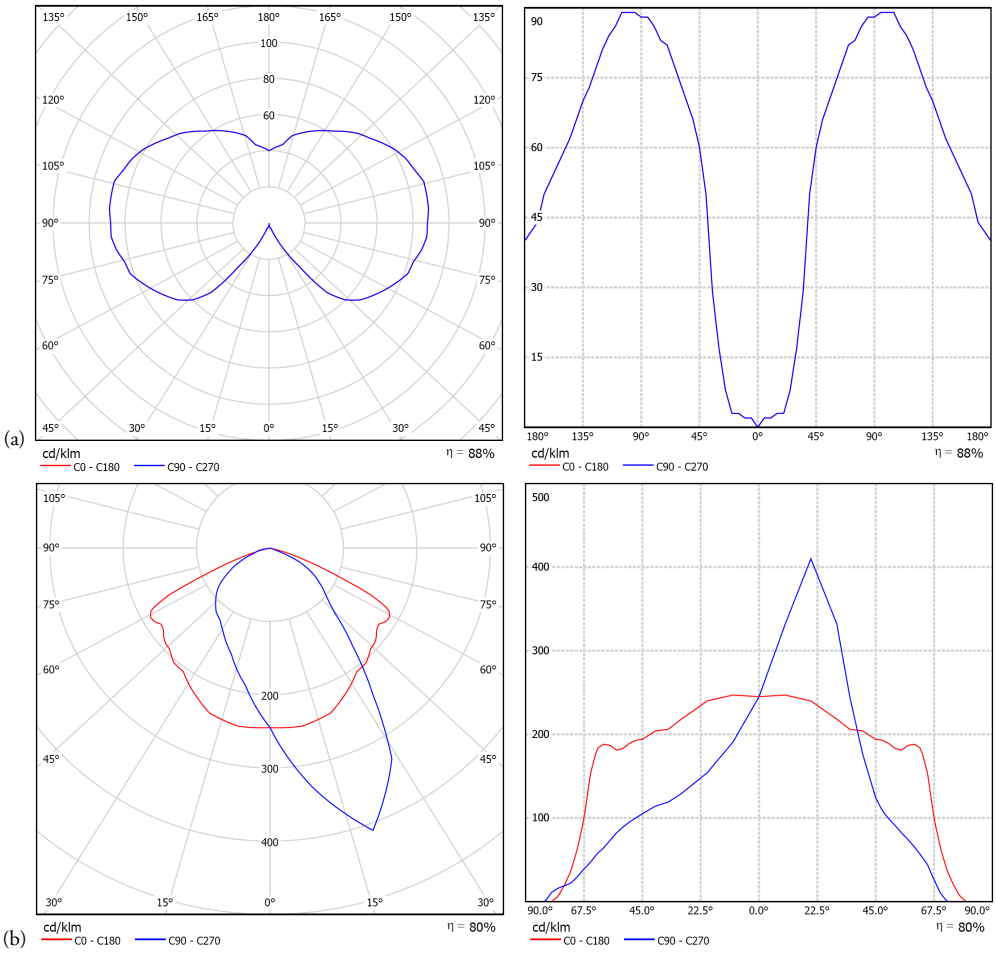
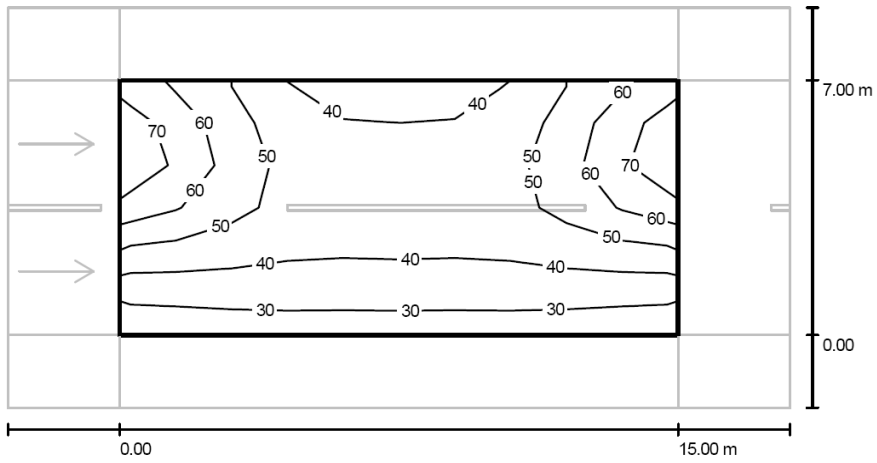


Figure 15 Diagrammes pour luminaire « boule » et luminaire « *full cut-off* ».
(a) : Diagrammes (polaire – colonne de gauche – et linéaire – colonne de droite) de rayonnement (en cd/klm) pour un luminaire type « boule », pour lequel on peut remarquer un flux maximal au niveau du plan horizontal (90°) et un « creux » du flux au sol, à la verticale de l'ampoule (0°). **(b)** : Diagrammes (polaire – colonne de gauche – et linéaire – colonne de droite) de rayonnement (en cd/klm) pour un luminaire dit *full cut-off* ou « complètement défilé » pour lequel aucun flux n'est émis au-dessus de l'horizontale (90°). Documents Disano Illuminazion®.

1.1.1.3 Eclairement au sol et coefficient d'uniformité

La mesure la plus courante : l'éclairement au sol

Par « photométrie », les professionnels de l'éclairage désignent souvent, dans leur langage courant, les caractéristiques d'éclairement de la chaussée, y intégrant parfois le flux émis en direction des abords et sur les surfaces verticales (murs des habitations). Cette considération partielle se retrouve dans les logiciels de simulations de scènes d'éclairage dans lesquels seuls les éléments de surface au sol sont représentés. Cette habitude dérive des procédures de contrôles des installations d'éclairage, lesquelles prennent essentiellement en compte des paramètres mesurés au sol (éclairement moyen sur une zone de contrôle, éclairement minimal, éclairement maximal, coefficient d'uniformité ; voir figure 16).



Valeurs en Lux, Echelle 1 : 151

Trame: 10 x 6 Points

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
46	28	76	0.606	0.365

Figure 16 Exemple de champs d'évaluation déterminé par défaut par un logiciel de simulation. Logiciel DIALux® ; la grille d'évaluation, de 60 mailles, ne recouvre que la chaussée.

Les simulations via les logiciels de conception de scènes d'éclairage permettent de visualiser ces différences de photométries au sol. La figure 17, montre ainsi deux simulations réalisées par le logiciel DIALux® développé par la firme Thorn®, l'une pour un luminaire boule sans aucun défilement, l'autre pour un luminaire à la photométrie très typée. Ces outils permettent donc de visualiser aisément la qualité photométrique au sol d'une installation, et les données constructeurs quant à la distribution du flux donnent des indications précieuses sur l'importance du halo lumineux que l'on pourra observer autour de la source.

Le coefficient d'uniformité

Le coefficient d'uniformité est, encore aujourd'hui, le paramètre dont les éclairagistes se préoccupent le plus dans les projets d'éclairage public de voirie. Ce coefficient est défini comme le rapport de l'éclairage minimal sur la chaussée (E_{min}) à l'éclairage moyen (E_{moy}) de ladite chaussée. Sa maximisation vise à éviter « à tout prix » une alternance trop marquée entre zones plus ou moins éclairées.

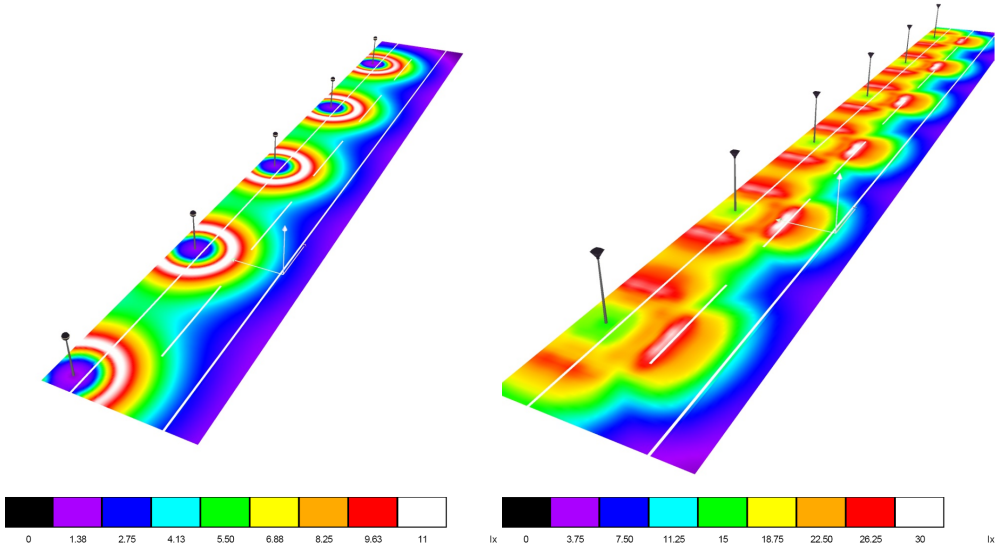


Figure 17 Modélisation de l'éclairement au sol de luminaires pour éclairage résidentiel.
En lux (lx) ; modélisation réalisée sous logiciel DIALux®, pour deux types de luminaires pour éclairage résidentiel, aux photométries très différentes.

L'importance de la conception du luminaire dans la répartition du flux sortant apparaît donc primordiale. Des modèles très différents se côtoient aujourd'hui dans les catalogues des constructeurs, allant des plus polluants (lampadaires « boules ») aux modèles complètement défilés équipés d'une lanterne recouvrant totalement la source et d'une vasque plane ne générant aucune diffusion propre, en passant par des modèles montés avec une inclinaison importante (typiquement 15°) et une vasque bombée génératrice d'une diffusion propre, laissant ainsi une partie importante du flux s'échapper au-dessus du plan horizontal, (image 22).

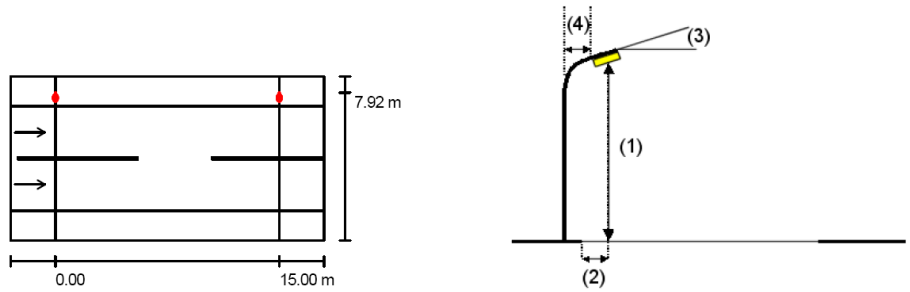


Image 22 Photographies de trois luminaires au défilement plus ou moins fort.
Catalogue Thorn Lighting®.

1.1.1.4 Des ajustements techniques possibles

Les données ajustables

Pour un même luminaire, le technicien peut jouer sur quelques paramètres afin de faire varier la photométrie au sol : changement du flux lumineux, hauteur de montage (hauteur du mât), espacement des mâts, inclinaison du bras ou de la lanterne, longueur du bras et saillie (figure 18).



Luminaire:	Disano 1755 Monza - avec verre plat Disano 1755 HCI-T150 *POS1 Y=0 CELL argent sablé	
Flux lumineux de(s) lampe(s):	14500 lm	Valeurs maximales de l'intensité lumineuse
Puissance par luminaire:	163.0 W	pour 70°: 135 cd/klm
Disposition:	d'un côté, en haut	pour 80°: 11 cd/klm
Espacement poteau:	15.000 m	pour 90°: 0.00 cd/klm
Hauteur de montage (1):	12.000 m	Dans chacune des directions qui, pour les luminaires installés et utilisables, forment avec la verticale inférieure l'angle indiqué.
Hauteur du point d'éclairage:	11.900 m	Pas d'intensité lumineuse au-dessus de 90°.
Saillie (2):	-0.500 m	La disposition répond à la classe d'intensité lumineuse G6.
Inclinaison du bras (3):	0.0 °	La disposition répond à la classe d'indice d'éblouissement D.6.
Longueur du bras (4):	0.000 m	

Figure 18 Données de planification d'un projet d'éclairage générées par le logiciel DIALux®. Données permettant de synthétiser les choix effectués sur les variables d'ajustement.

Simulations

Afin d'offrir au lecteur la possibilité de « visualiser » un par un les effets de ces différents ajustements, des simulations ont été faites pour la variation de trois paramètres – les plus communément ajustés : flux, hauteur de feu, espacement – grâce au logiciel DIALux®, à partir d'un luminaire complètement défilé de marque Disano 1755 Monza avec verre plat (figures 19 à 21).

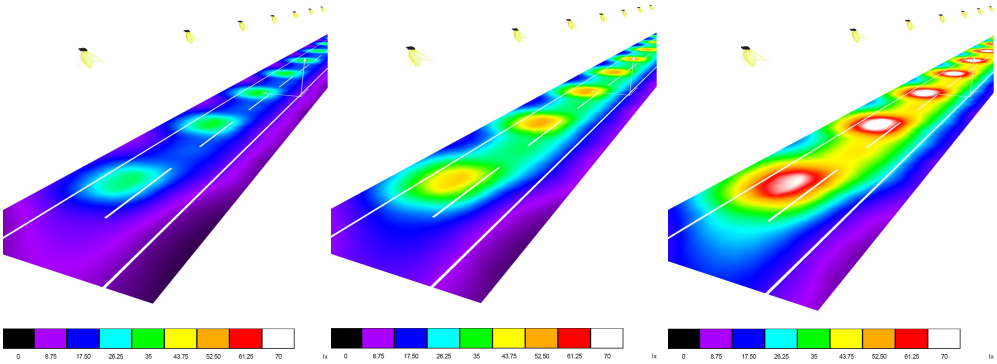


Figure 19 Simulation de projet d'éclairage, avec variation du flux. Données fixes : hauteur de feu 8 m, espacement 15 m. Variation du flux, de gauche à droite : 6500, 10000 et 14500 lm. Echelle colorimétrique de 0 à 70 lux.

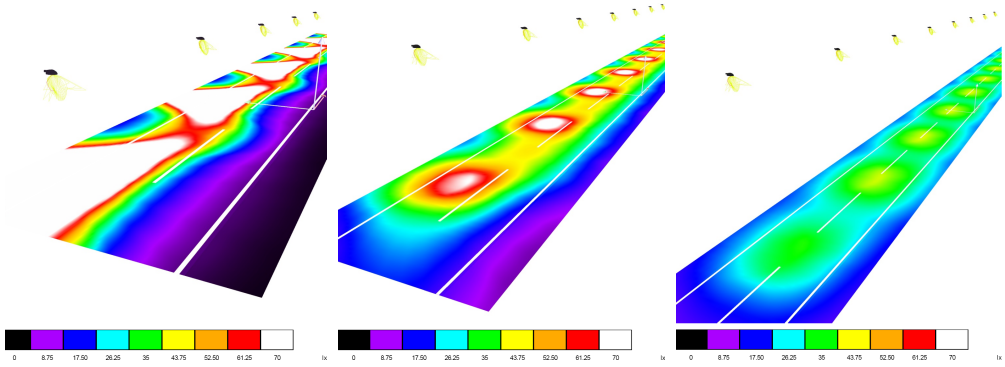


Figure 20 Simulation de projet d'éclairage, avec variation de la hauteur du feu.
Données fixes : flux 14500 lm, espacement 15 m. Variation de la hauteur de feu, de gauche à droite : 4, 8 et 12 m. Echelle colorimétrique de 0 à 70 lux.

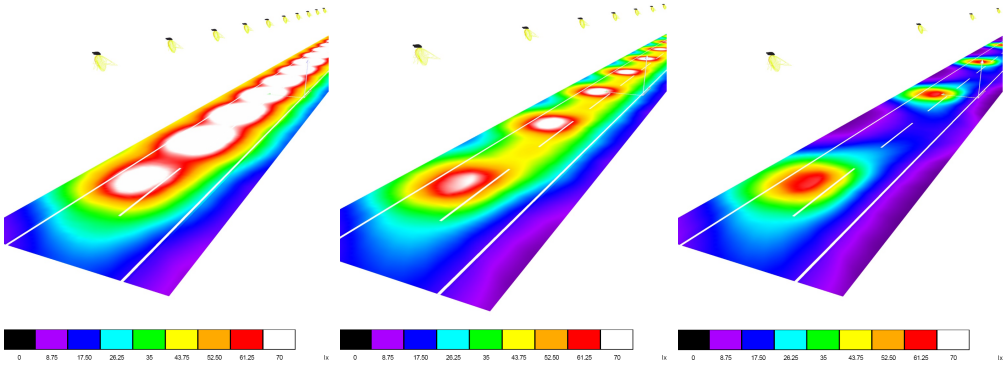


Figure 21 Simulation de projet d'éclairage, avec variation de l'espacement.
Données fixes : flux 14500 lm, hauteur 8 m. Variation de l'espacement, de gauche à droite : 10, 15 et 30 m. Echelle colorimétrique de 0 à 70 lux.

1.1.2 Formation et différenciation des halos lumineux

1.1.2.1 Origines du halo lumineux

La diffusion atmosphérique de la lumière

« Halo lumineux » est la terminologie couramment utilisée pour traduire le phénomène optique de halo créé par la diffusion de la lumière émise par une ou plusieurs source(s) artificielle(s) dans une atmosphère chargée en humidité et en aérosols (molécules d'eau ou particules en suspension). Ces particules font obstacle au trajet normalement rectiligne de la lumière, les photons se retrouvant déviés et renvoyé vers les autres particules environnantes qui les dévient à leur tour, et ainsi de suite. Visuellement, cette diffusion provoque une impression laiteuse ou cotonneuse autour de la source de lumière artificielle et révèle la pollution lumineuse comme une pollution diffuse, touchant un espace bien plus large que celui impacté par le seul rayonnement direct.

À l'échelle du luminaire, l'intensité du halo dépend donc fortement du taux d'aérosols dans l'air : la présence de brume, par exemple, amplifie le halo, donnant l'impression d'évoluer dans un nuage lumineux (image 23) ; inversement, un air très pur et sec limitera la formation du halo (image 24).



Image 23 Éclairage par batterie de projecteurs, avec une atmosphère chargée en aérosols. Photographie d'une installation sportive (Dijon, campus universitaire, 2010) éclairée par différentes batteries de projecteurs avec une atmosphère chargée en aérosols (très fins flocons de neige). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



Image 24 Éclairage dans une atmosphère sèche : absence de halo de luminaire. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Les différentes contributions au halo : une déperdition par étapes

La figure 22 donne les différentes étapes de transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse pour un luminaire type éclairage public, avec indication des différentes pertes avant ou après la production de l'énergie lumineuse. La figure 23 schématise les différents mécanismes en œuvre (diffusion, réflexion) et les différentes contributions du flux sortant au halo, laissant ainsi entrevoir les différentes échelles d'impacts qui seront rencontrées, selon que l'on se penchera sur les impacts sanitaires (échelle fine), sur les impacts environnementaux (échelle plus large) ou sur les impacts affectant la voûte céleste (rencontrés – même si différemment, comme nous le verrons – à toutes les échelles).

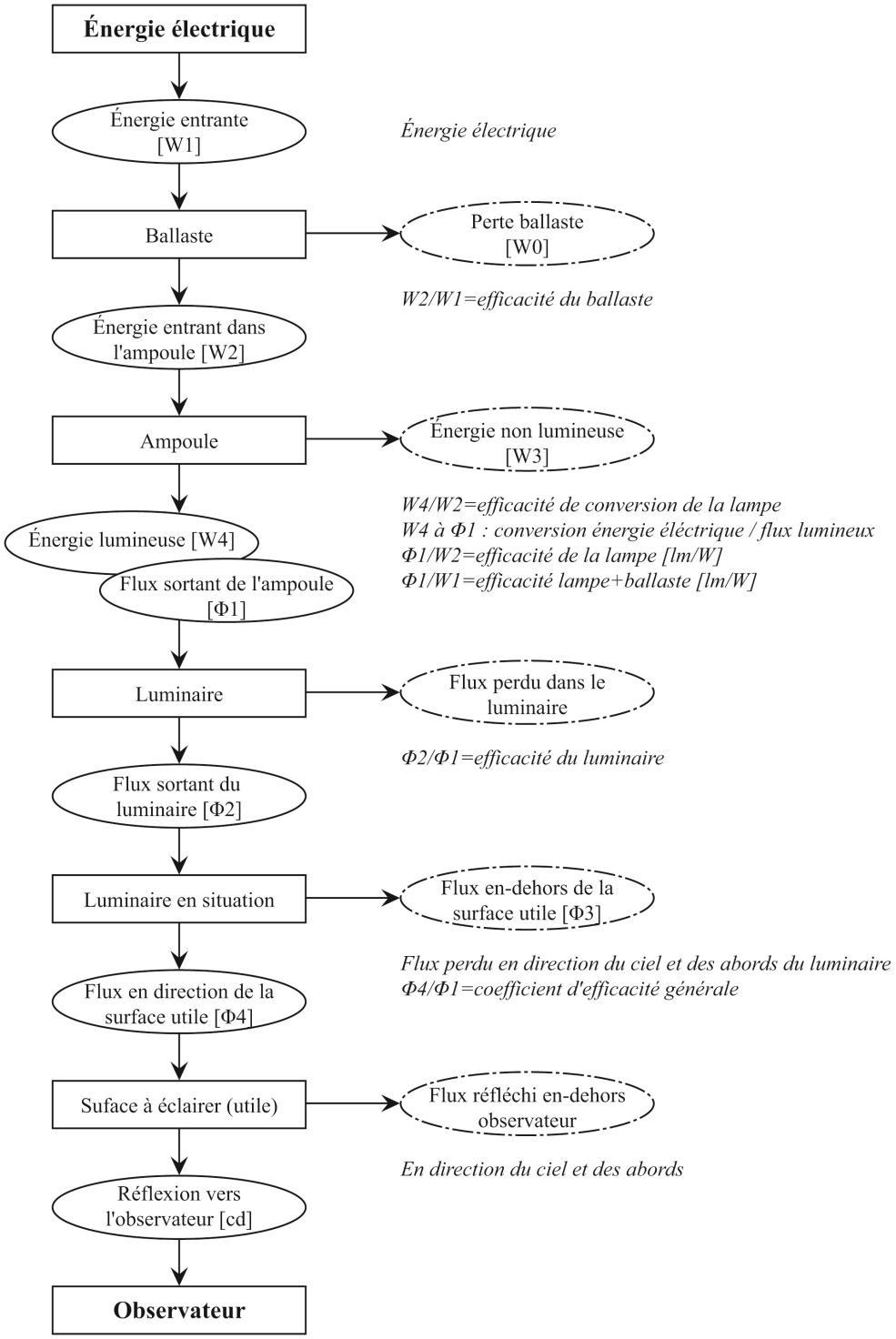


Figure 22 Les étapes de transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse. Schématisation des différentes étapes de transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse pour un luminaire type éclairage public, avec indication des différentes pertes avant ou après la production de l'énergie lumineuse. D'après Narisada et Schreuder[341].

[341] NARISADA K. et SCHREUDER D., 2004, *Light pollution handbook*, New York, Springer.

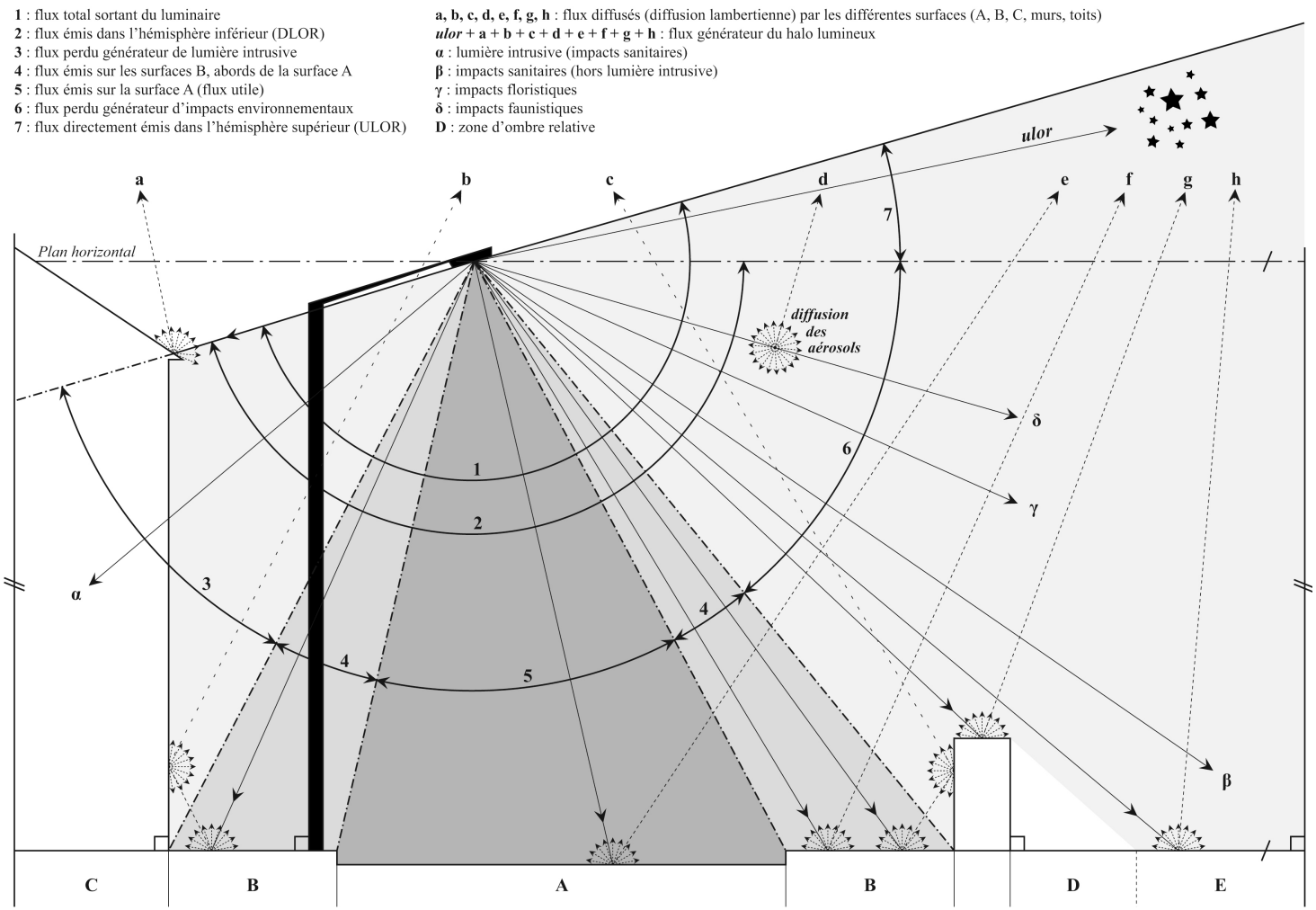


Figure 23 Représentation schématique des différents flux, directs et indirects, émis par un luminaire. Schéma de l'auteur.

1.1.2.2 Rôles de la zone d'émission et de la morphologie du bâti

Des contributions différentes selon les angles d'émission

La nature de la source lumineuse ainsi que la direction du flux lumineux vont également avoir un rôle prépondérant dans la forme et l'intensité du halo entourant le luminaire. Baddiley a décrit les zones entourant la source de lumière, où l'émission est soit la plus efficace, soit la plus gênante alors même que l'on s'éloigne du luminaire (figure 24).

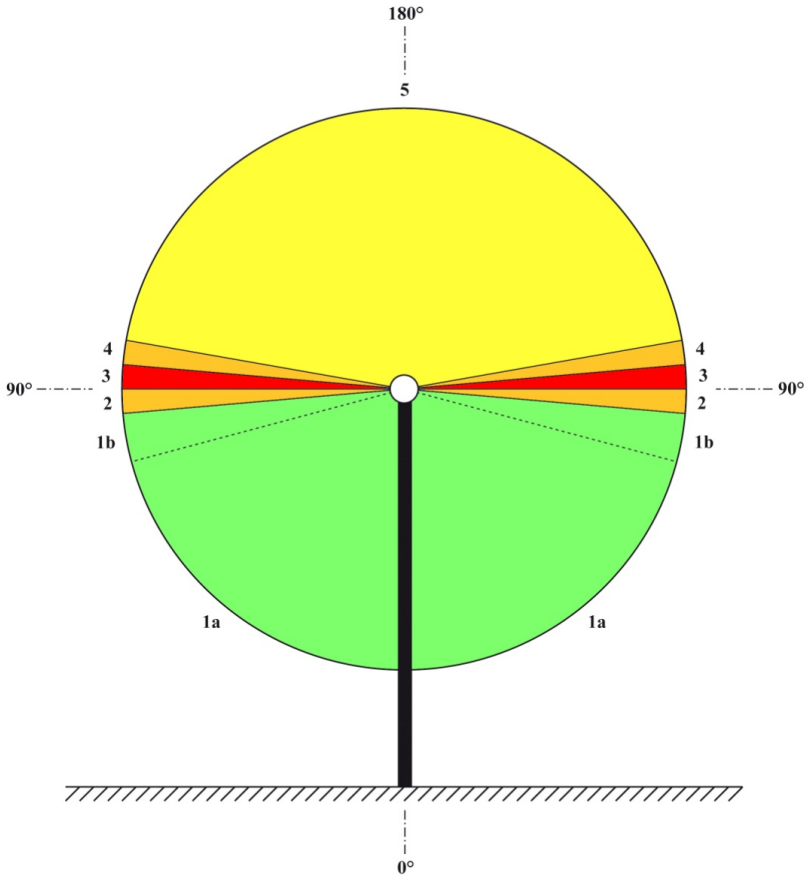


Figure 24 Efficacité lumineuse selon l'angle d'émission.
Source ponctuelle isotrope. Zone 1 : [0°;85°] (avec zone 1b : [75°; 85°]) ; zone 2 : [85°;90°] ; zone 3 [90°;95°] ; zone 4 [95°;100°] ; zone 5 [100°;180°]. D'après Baddiley[342].

La zone 1 correspond à la zone d'émission idéale de la lumière par le luminaire ; à l'intérieur de cette zone, la tranche de 75° à 85° (1b) apparaît cependant éblouissante pour les usagers de la route. La zone 2 a un potentiel de contribution au halo relativement important, mais le flux émis dans cette zone sera le plus souvent intercepté par le bâti environnant, les éléments de la végétation ou encore le relief. La zone 3 est la plus critique

[342] BADDILEY C., 2007a, *Towards Understanding Skyglow. A contribution to the discussion*, CfDS Campaign for Dark Skies of the British Astronomical Association and Institution of Lighting Engineers.
BADDILEY C., 2007b, « A model to show the differences in skyglow from types of luminaire designs, with aview to recovering rural dark skies ». MARIN C. et JAFARI J. (sous la dir. de), *Starlight – A common heritage.International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars.Starlight Initiative, Instituto de Astrofisica de Canarias (IAC)*, La Palma, Canary Islands, Spain, 19-20 avril.

pour le halo de luminaire concernant les astronomes, avec parfois une source lumineuse qui reste visible jusqu'à plusieurs kilomètres (parfois plusieurs dizaines de kilomètres) en zone rurale. La zone 4 est également une zone de forte contribution, notamment par le biais de la diffusion (de Rayleigh et de Mie) par les aérosols. Enfin, la zone d'émission numéro 5 s'avère importante quant à la contribution au halo d'agglomération mais a relativement moins d'impacts sur le ciel nocturne quand le luminaire est isolé.

Rôle de la morphologie du bâti proche sur l'extension du halo

L'interception des rayons lumineux par le bâti environnant joue un rôle primordial dans la propagation plus ou moins lointaine du flux lumineux, notamment celui émis entre 85° et 100° par rapport à la verticale du luminaire (figures 24 et 25). Pour autant, cela ne veut pas dire qu'il n'est pas nécessaire, en présence d'un bâti dense, de porter une attention particulière aux émissions dans ces directions : nous verrons que, en zone d'habitation, celles-ci sont génératrices de lumière intrusive dans l'espace privatif.

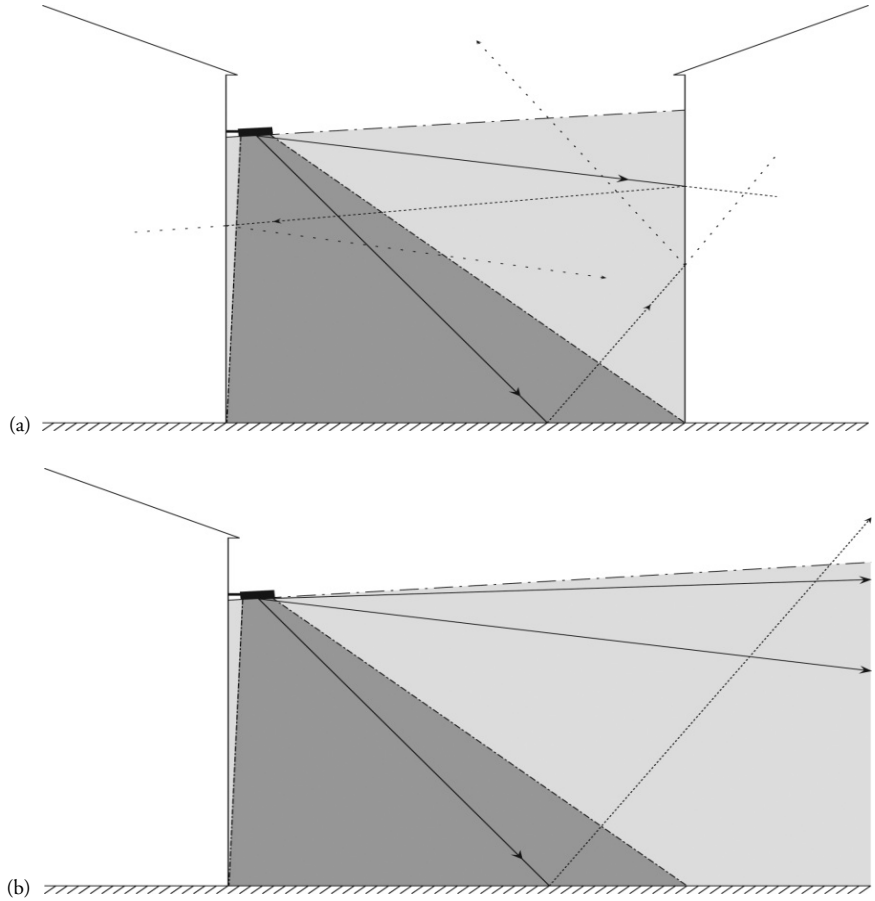


Figure 25 Rôle du bâti proche dans la dispersion des flux.
Schématisation du rôle de la morphologie du bâti proche du luminaire dans la dispersion des flux directs et indirects. **(a)** : cas d'un éclairage de voirie type « centre ville » : la dispersion est fortement limitée par la densité du bâti environnant. **(b)** : cas d'un éclairage en zone bâtie de faible densité (zones rurales, périurbaines, zones commerciales ou industrielles) : le flux direct émis proche du plan horizontal peut rendre le luminaire visible dans un rayon de plusieurs kilomètres.



Image 25 Halo de luminaire, avec une atmosphère chargée d'humidité.
Photographie illustrant le halo de luminaire, bien visible avec une atmosphère chargée d'humidité. Photographie : Belal Hibri (Seattle).



Image 26 Halo généré autour d'un projecteur.
Photographie du halo généré autour d'un projecteur. Même avec une atmosphère relativement sèche, un temps d'obturation de 30 secondes laisse le halo imprimer la surface photosensible. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

1.1.2.3 Le halo d'agglomération

La somme d'une multitude de points lumineux

De façon concomitante au halo entourant chaque luminaire, un halo d'échelle beaucoup plus vaste est constitué par l'ensemble des flux réfléchis et diffusés par les différentes surfaces éclairées (sols et éléments du bâti, principalement), auxquels vient s'ajouter le flux directement émis dans l'hémisphère supérieur (au-dessus du plan horizontal) par chaque luminaire. C'est cette somme de flux émanant de toute part, multipliée par le nombre de luminaires, qui génère ce que l'on peut appeler le « halo d'agglomération » (image 27).

De façon plus marquée que pour le halo entourant le luminaire, le flux directement émis dans l'hémisphère supérieur par le luminaire (figure 24, zones 4 et 5) ainsi que les différentes réflexions (sols, murs, etc.) jouent un rôle primordial dans la formation du halo d'agglomération (même s'il est bien entendu que le mécanisme de diffusion atmosphérique les « matérialise » visuellement).



Image 27 Halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise.
Photographie (panoramique par assemblage) du halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise (environ 35 000 points lumineux). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

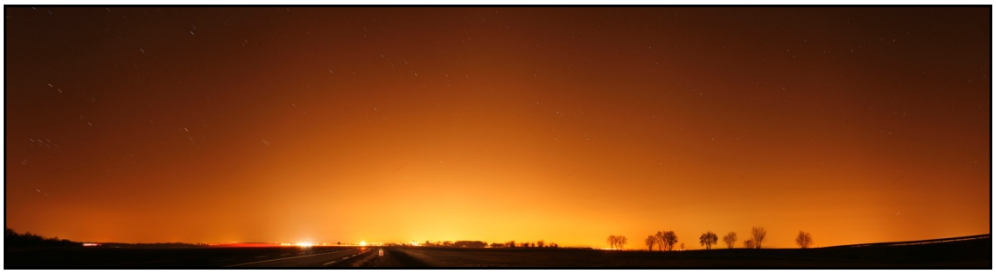
Le rôle de l'albédo

En ville, les surfaces artificialisées ont un albédo variant selon le type de revêtement, mais il est généralement compris entre 0,1 et 0,2 pour un sol sec. Entre 10 et 20 % de la lumière reçue est donc réfléchie par le sol et diffusée dans toutes les directions (le sol est à considérer comme un diffuseur lambertien). Les conditions météorologiques font varier cet albédo, qui peut atteindre 0,8 dans le cas d'un sol recouvert de neige fraîche : dans ces conditions le halo lumineux sera beaucoup plus intense, comme nous le montrerons en 1.1.2.2. La luminosité ambiante devient alors très forte et le paysage urbain nocturne d'une inhabituelle clarté jaune-orangée, dans (image 28) et aux abords (image 29) de la ville.



Image 28 Photographie mettant en évidence une forte luminosité suite à une chute de neige. Dijon, place des Cordeliers. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

(a)



(b)



Image 29 Halo généré par l'agglomération dijonnaise, avec ciel dégagé et après une chute de neige. Photographies du halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise à une distance de 10 km du bord de l'agglomération. **(a)** : ciel dégagé. **(b)** : photographie juste après une chute de neige. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

« Europe, patrie du vrai, de l'Unique Réverbère, je pense à toi avec émotion et à toutes ces lumières allumées dans la nuit, si nombreuses, si hallucinantes, si terribles, qu'elles ont fait peur aux dieux dans le ciel peu à peu dépeuplé par l'effroi, à ces yeux clignotant du mystère, car je ne puis considérer le réverbère africain que comme une fleur artificielle, une plante jamais acclimatée, qui rêve ici de brumes, de rafale et de pluie, avec la même nostalgie que sur la place de la Concorde le grand obélisque regrette ses soleils. »

Les Réverbères Africains, Georges Limbour

1.2 L'EMPREINTE LUMINEUSE : UN ENTRELACS D'ÉCHELLES

1.2.1 Les grands territoires, ou l'échelle des halos d'agglomération

1.2.1.1 Cartographie mondiale

« Plus de la moitié de la population européenne ne voit plus la Voie Lactée à l'œil nu »

Les cartographies de Cinzano *et al.*[343] (image 31) issues de son « Atlas mondial de la clarté artificielle du ciel nocturne » sont accompagnées de statistiques, donnant, par pays, les pourcentages de population vivant sous un ciel de luminosité donnée, par rapport à une clarté naturelle du ciel, b_n, de 21,6 Vmag.arcsec^{-2}, ou 252 μcd.m^{-2} (référence prise chez Garstang[344] et chez Krisciunas et Schaefer[345]). Cinzano *et al.*[346] donnent également le pourcentage de population vivant sous un ciel considéré comme étant pollué. Ce seuil diffère légèrement suivant les auteurs auxquels on se réfère, mais nous pouvons retenir l'exemple de Walker[347], qui considère qu'un ciel est pollué (b_p) à partir du moment où sa luminosité à 45° au-dessus de l'horizon dépasse de 10 % la luminosité naturelle précédemment donnée, et l'exemple de Garstang[348], qui donne pour seuil d'activation physiologique de la vision nocturne (b_e) la valeur de 4452 μcd.m^{-2}.

[343] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.
[344] GARSTANG R.H., 1986, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.
[345] KRISCIUNAS K. et SCHAEFER B. E., 1991, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 103, p. 1033-1039.
[346] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.
[347] WALKER M.F., 1987, *NOAO Newsletter*, n° 10, p. 16.
[348] GARSTANG R.H., 1986, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.

Le tableau 7 donne, pour différentes zones administratives, ces pourcentages de population. Le tableau 8 donne, lui, pour les mêmes unités administratives et les mêmes valeurs $x.b_n$, la part du territoire concernée.

Unité administrative	$0{,}11.b_n$	$0{,}33.b_n$	b_n	$3.b_n$	$9.b_n$	$27.b_n$	b_p	b_e
République Centre-Africaine	0	0	0	0	0	0	0	0
Libéria	0	0	0	0	0	0	0	0
Seychelles	0	0	0	0	0	0	0	0
Niger	3	2	1	1	0	0	3	0
Corée du Nord	25	18	13	1	0	0	26	0
France	100	95	84	67	41	12	100	22
Allemagne	100	100	94	66	25	0	100	5
Suisse	100	100	97	67	15	0	100	0
Belgique	100	100	100	96	52	8	100	21
Corée du Sud	100	100	99	92	75	45	100	59
Singapour	100	100	100	100	100	60	100	95
Taïwan	100	99	99	92	60	16	100	34
Japon	100	99	96	86	63	27	100	41
États-Unis d'Amérique	99	97	93	83	62	30	99	44
Union Européenne	99	97	90	72	38	8	99	17
Monde	62	53	43	30	16	6	63	9

Tableau 7 Pourcentage de population résidant sous des ciels de différentes luminosités.
Pourcentage de population de différentes unités administratives résidant sous un ciel de luminosité naturelle b_n augmentée d'une valeur $x.b_n$ (par exemple, la colonne $0{,}11.b_n$ correspond à un ciel de luminosité $1{,}11.b_n$), ainsi que sous un ciel défini comme étant pollué selon les critères de Walker[349] (b_p, 10% de b_n) et Garstang[350] (b_e, 4452 μcd.m^2). D'après Cinzano *et al.*[351].

Les tableaux 7 et 8 traduisent donc l'emprise de l'empreinte lumineuse sur les territoires et les populations de différents États. Nous pouvons noter que ces données nous renseignent indirectement, pour les pays industrialisés, sur le taux d'urbanisation de leur population (tableau 7), sur la part d'urbanisation de leur territoire en superficie relative (tableau 8), ainsi que sur les formes de cette urbanisation et de l'habitat – dense ou diffuse (lecture croisée des deux tableaux). L'exemple de Singapour est ainsi caractéristique d'un territoire totalement urbanisé sur lequel la chape de l'empreinte lumineuse recouvre à des niveaux élevés toute la population. À l'inverse, les taux et mode d'urbanisation de la Suisse, par exemple, permettent à une part non négligeable de la population d'échapper à une empreinte lumineuse intense. La France, en situation intermédiaire, a une part de son

[349] WALKER M.F., 1987, *NOAO Newsletter*, n° 10, p. 16.
[350] GARSTANG R.H., 1986, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.
[351] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

territoire relativement peu soumise aux fortes empreintes lumineuses (superficie rurale importante), avec néanmoins plusieurs grandes agglomérations et conurbations.

Néanmoins, il convient de ne pas sous-estimer le poids des paramètres techniques de l'éclairage artificiel lors des comparaisons entre unités administratives.

Unité administrative	0,11.b_n	0,33.b_n	b_n	3.b_n	9.b_n	27.b_n
République Centre-Africaine	0	0	0	0	0	0
Libéria	0	0	0	0	0	0
Niger	0,2	0,1	0	0	0	0
Corée du Nord	8,8	3,6	1,1	0,1	0	0
France	98,9	75,1	36,0	9,6	1,4	0,1
Allemagne	100	94,5	64,5	16,9	1,9	0
Suisse	100	97,7	57,4	10,2	0,4	0
Belgique	100	100	99,8	74,4	11,4	0,3
Corée du Sud	99,7	98,2	79,2	32,0	5,9	1,2
Singapour	100	100	100	100	100	33,3
Taïwan	90,5	63,1	45,5	27,2	6,4	0,4
Japon	98,5	84,4	53,5	24	5,6	1
États-Unis d'Amérique	61,8	42,7	22,5	9,2	2,6	0,6
Union Européenne	85,3	64,8	36,7	11,5	1,7	0,1
Monde	18,7	10,9	5,3	1,8	0,4	0,1

Tableau 8 Part de territoire sous des ciels de différentes luminosités.
Part du territoire des différentes unités administratives sous un ciel de luminosité naturelle b_n augmentée d'une valeur $x.b_n$ (par exemple, la colonne 0,11.b_n correspond à un ciel de luminosité 1,11.b_n). D'après Cinzano *et al.*[352].

[352] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

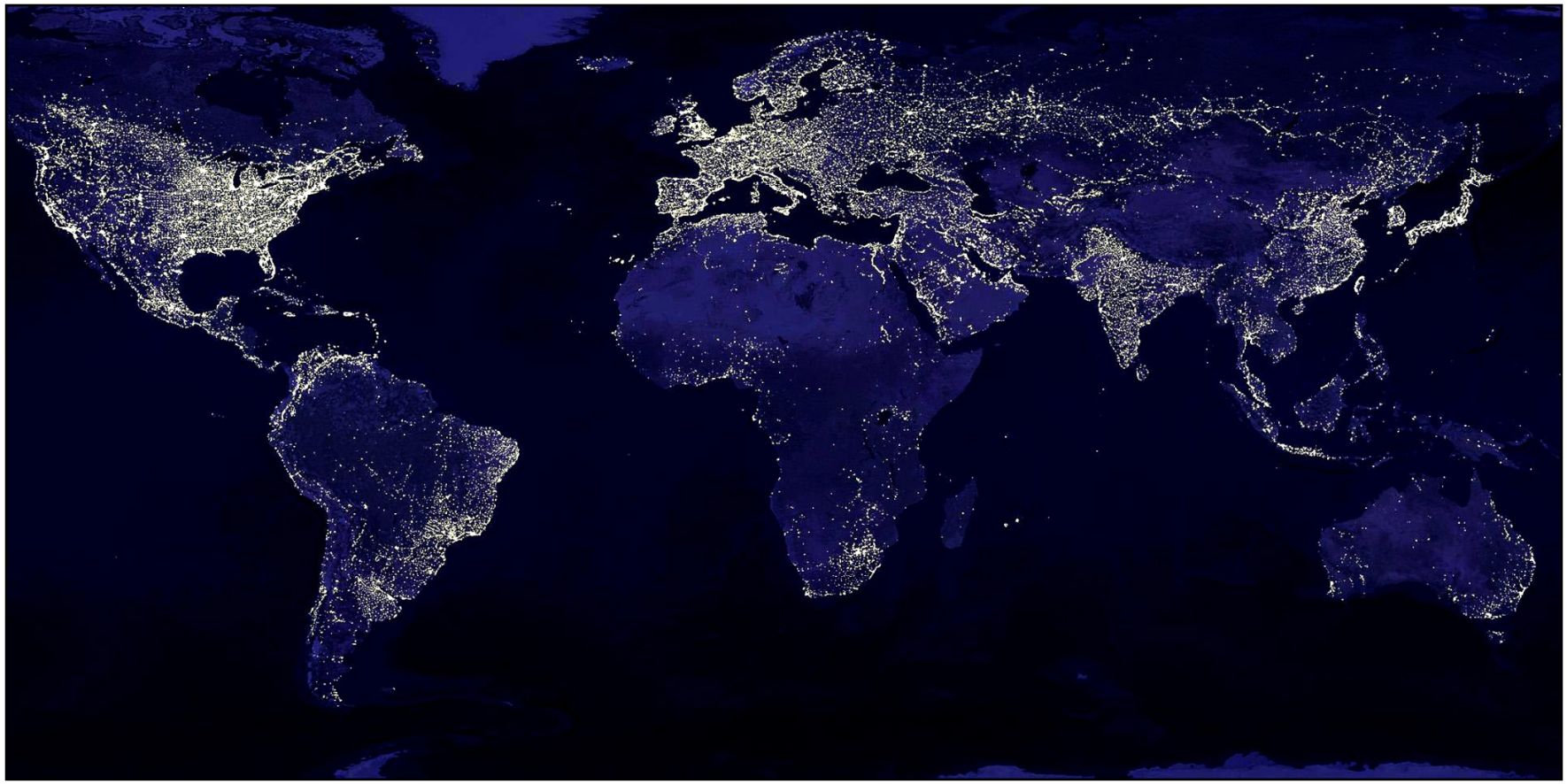


Image 30 Image composite du planisphère terrestre nocturne.
Réalisée à partir des images satellitales issues de l'OLS/DMSP de la NOAA.

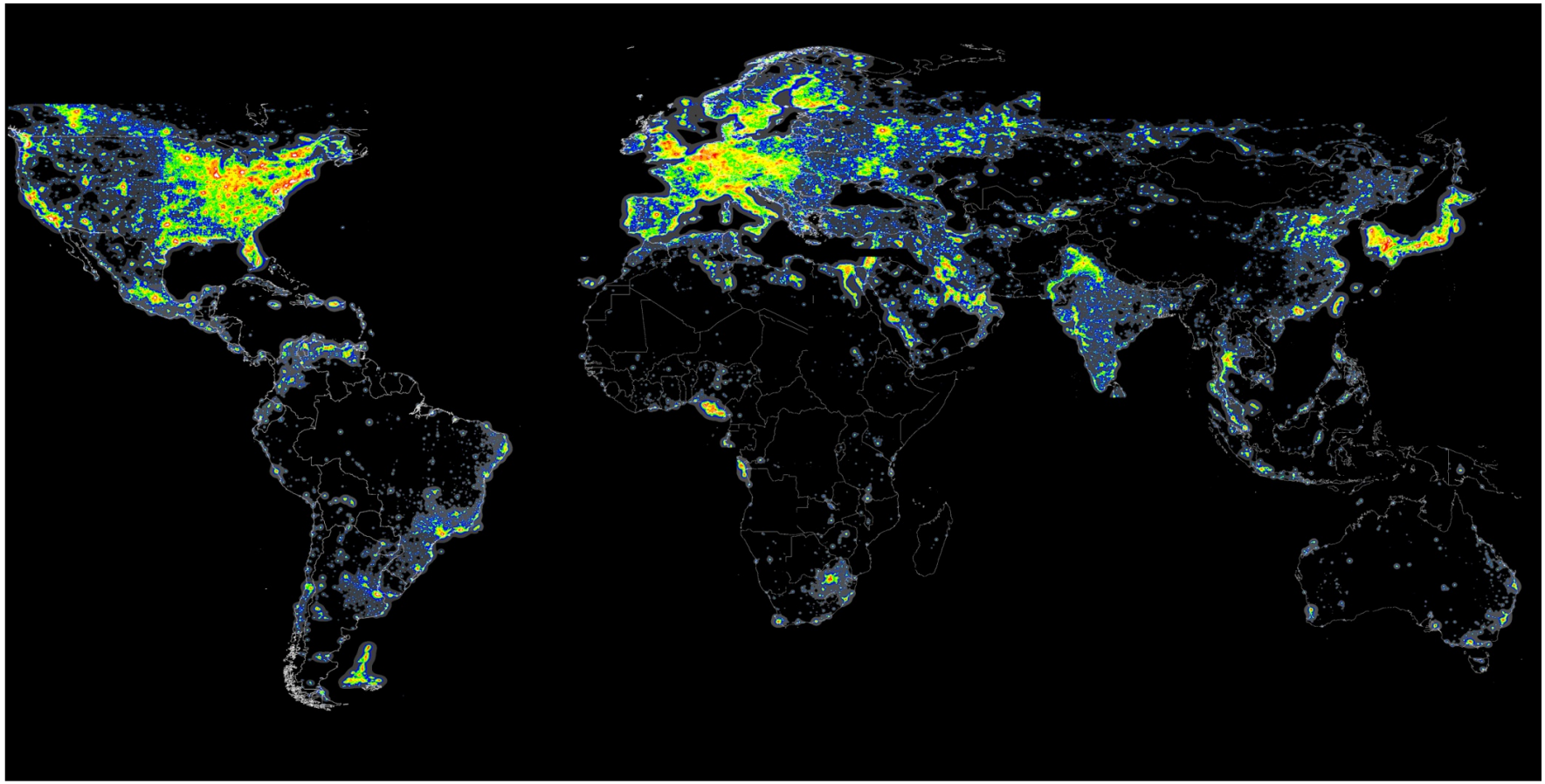


Image 31 Cartographie de la pollution lumineuse à l'échelle mondiale. Cinzano *et al.*[353].

[353] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

L'éclairage urbain, projection des niveaux de vie ?

En 2001, une équipe composée de chercheurs italiens et américains, emmenée par Cinzano, publie le premier *Atlas mondial de la clarté artificielle du ciel nocturne*, comprenez le premier atlas de la pollution lumineuse à l'échelle globale. Cette publication rencontre un grand écho dans la communauté des astronomes amateurs, qui dispose désormais d'un support visuel fort pour montrer l'intensité de la pollution lumineuse et l'ampleur des espaces marqués par son empreinte.

La cartographie de Cinzano *et al.*[354] (image 31) est développée à partir des images satellitales haute résolution fournies par l'*Operational Linescan System* (OLS – un radiomètre à balayage oscillatoire capable de faire de l'imagerie à amplification de lumière dans les longueurs d'onde visibles et en infrarouge thermique, voir encart 2) embarqué dans les satellites du *Defense Meteorological Satellite Program* (DMSP, image 30).

Encart 2 Présentation des données du Defense Meteorological Satellite Program (DMSP).

Les images du radiomètre à balayage oscillatoire (*Operational Linescan System*, OLS) dans les longueurs d'onde visibles et infrarouges sont avant tout utilisées par l'armée américaine dans le suivi météorologique nocturne (distribution de la couche nuageuse et température sommitale des nuages). Les 9 satellites du DMSP ont tous été équipés de l'OLS, ce qui donne aux images OLS-DMSP une profondeur historique non négligeable puisque remontant à 1992. Pour autant, l'utilisation des deux premiers OLS embarqués a été stoppée en 1995 suite à des dysfonctionnements des capteurs. L'archivage des données issues du troisième OLS a été stoppé en 2002 à la suite des mises en orbites des nouvelles générations de satellites DMSP. A l'heure actuelle, 6 OLS sont donc encore en service.

C'est dans le domaine visible et grâce à un amplificateur de lumière que les images du DMSP peuvent servir à cartographier la distribution de la lumière artificielle à la surface du globe, donnant directement pour chaque pixel une puissance lumineuse (ou intensité lumineuse) en Watts par m² après ajustement des instruments d'amplification. Ces données sont générée avec une résolution de 0,55 km, mais pour le *National Geophysical Data Center* de la NOAA les données les plus accessibles (disponibles gratuitement) sont dégradées en une résolution de 2,7 km (moyenne de 25 pixels pour 1). Les images, désormais bien connues, de la Terre vue de nuit (image 30) sont des composites des données OLS-DMSP (issues de plusieurs acquisitions afin d'obtenir une image globale « *cloud free* », sans nuage) et d'images satellitales diurnes afin de recréer un fond servant de repère visuel. La cartographie de l'empreinte lumineuse à l'échelle globale, développée par Cinzano *et al.*[355], a été générée à partir des données OLS-DMSP à haute résolution,

[354] CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

[355] CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.
CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.
CINZANO P., 2006, « Recent progresses on a second world atlas of the night-sky brightness – LPTRAN/LPDART realistic models, tomography of light pollution, accurate validation methods and extended satellite data analysis », *50 Working Group Light Pollution, XXVI IAU General Assembly.*

en y appliquant le modèle de diffusion atmosphérique de Garstang[356] qui tient compte des lois de Rayleigh et de Mie de diffusion de la lumière par les aérosols, ainsi que de la courbure de la Terre.

Les applications (scientifiques, hors applications militaires) des données OLS-DMSP sont nombreuses, mais elles intéressent avant tout la météorologie et la climatologie (le capteur infrarouge permet ainsi la mesure de températures à la surface du globe et dans l'atmosphère, le capteur visible permet le suivi nocturne des perturbations), le suivi environnemental (feux de forêts d'origine naturelle ou anthropique, éclairage artificiel, extraction gazière) et astronomique (suivi des aurore boréales).

Cette cartographie de l'empreinte lumineuse à l'échelle globale laisse transparaître une image relativement fidèle des différents niveaux de vie. Elvidge *et al.*[357] ont d'ailleurs croisé les données OLS-DMSP avec les données de population issues du programme LandScan 2004. En divisant ces données de population par les données de densité et d'intensité d'éclairage nocturne, Elvidge *et al.* créent un indice de pauvreté, et montrent à quel point l'accès à l'éclairage artificiel est corrélé avec le niveau de vie d'un pays (figure 26).

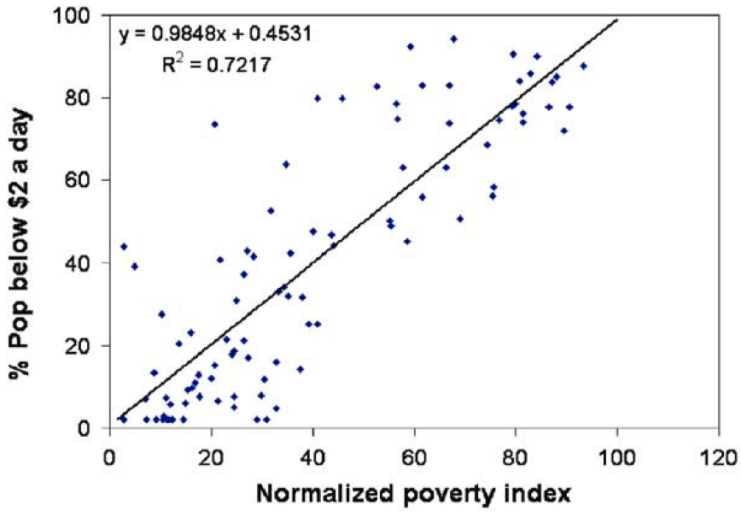


Figure 26 Revenus par habitant et relation population/éclairage artificiel nocturne.
Mise en évidence d'une relation linéaire entre les revenus par habitant (seuil de 2$ par jour) et un indice de pauvreté calculé par la relation population/éclairage artificiel nocturne mesuré par satellite. Elvidge *et al.*[358].

Elvidge *et al.*[359] dressent ainsi le tableau 9 qui donne, par décile de l'indice de pauvreté construit, la distribution de 81 pays de plus de 10 millions d'habitants, ainsi que la figure 27 qui spatialise les indices calculés.

[356] GARSTANG R.H., 2000, sous la direction de CINZANO P., « Measuring and Modelling LightPollution », *Journal of the Italian astronomical Society*, n° 71, p. 83.

[357] ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

[358] ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

[359] ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

Niveau de pauvreté (%)	Pays
1-10	Taïwan, Corée du Sud, Égypte, Arabie Saoudite, Japon, Belgique, Pays-Bas, Italie, Royaume Uni, États-Unis, Canada, République Tchèque, Allemagne, Grèce, Espagne, Hongrie, France
11-20	Venezuela, Portugal, Iran, Pologne, Australie, Mexique, Syrie, Ouzbékistan, Iraq, Serbie, Malaisie, Argentine, Chili, Roumanie, Russie
21-30	Algérie, Pakistan, Colombie, Ukraine, Turquie, Brésil, Équateur, Sri Lanka
31-40	Biélorussie, Indonésie, Kazakhstan, Cuba, Afrique du Sud, Guatemala, Vietnam, Maroc, Pérou, Thaïlande, Philippines
41-50	Inde, Chine
51-60	Bengladesh, Côte d'Ivoire, Ghana, Sénégal, Yémen, Nigeria
61-70	Corée du Nord, Zimbabwe, Zambie, Cameroun, Soudan
71-80	Népal, Kenya, Angola, Myanmar, Congo RDC, Mali, Mozambique, Afghanistan
81-90	Malawi, Niger, Tanzanie, Ouganda, Cambodge, Madagascar, Burkina Faso, Éthiopie

Tableau 9 Classement du niveau de pauvreté des pays.
Classement par déciles du niveau de pauvreté (%) calculé à partir de la relation mise en évidence entre les revenus par habitant (seuil de 2$ par jour) et un indice de pauvreté calculé par la relation population/éclairage artificiel nocturne mesuré par satellite. D'après Elvidge *et al.*[360].

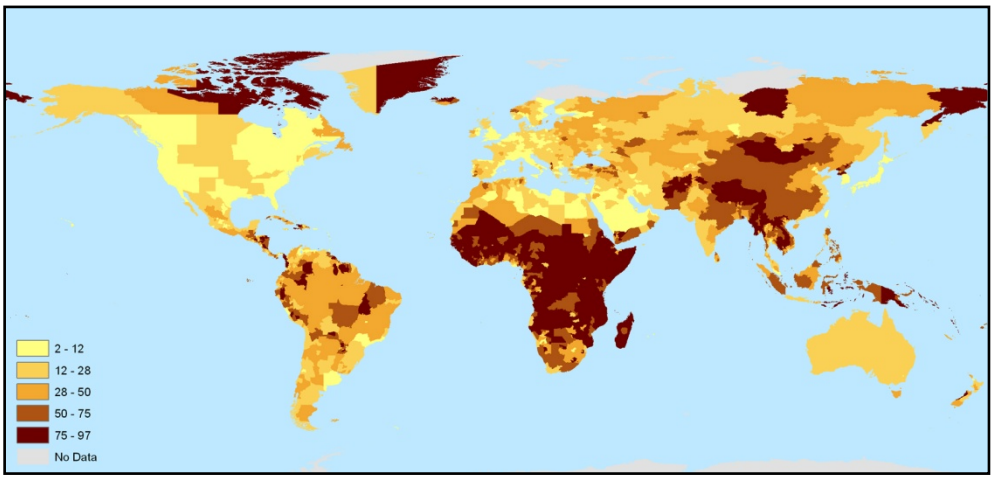


Figure 27 Cartographie des niveaux de pauvreté.
Cartographie des niveaux de pauvreté (% de population) pour 2543 unités administratives, estimés à partir de l'indice de pauvreté calculé par la relation entre population (données LandScan) et éclairage artificiel nocturne mesuré par satellite (données NOAA/DMSP). Elvidge *et al.*[361].

[360] ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.
[361] ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

1.2.1.2 À l'échelle de la France

Cartographie de l'empreinte lumineuse à partir du modèle de Walker

En 1977, Walker publie une étude sur l'éclairage urbain et son impact sur la luminosité du ciel nocturne, s'appuyant sur la relation suivante : la lumière émise par des villes de développements économiques similaires, est approximativement proportionnelle à leur population[362]. L'étude de Walker se base sur des données d'émission de lumière par les éclairages publics de plusieurs villes de Californie aux États-Unis dans les comtés de Santa Clara et Monterey, zones de développements économiques similaires et où les types d'éclairages employés sont, d'après Walker, semblables. Ces données sont présentées dans le tableau 10.

Les mesures empiriques de Walker font apparaître une forte relation, avec un coefficient de détermination de 0,94 entre la population d'une ville et la quantité de lumière qu'elle diffuse, comme le montre la figure 28 :

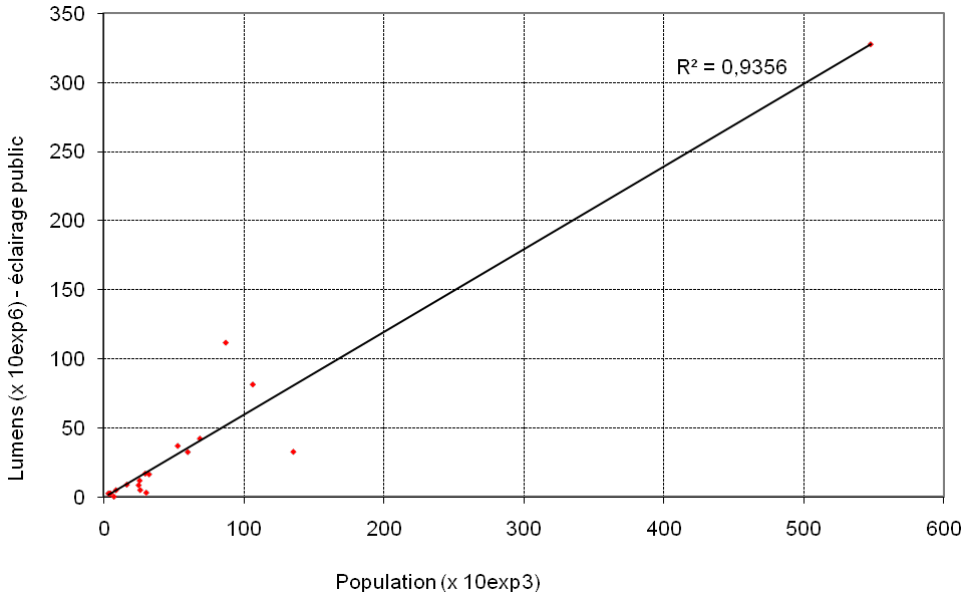


Figure 28 Relation entre population et lumens émis par l'éclairage public.
Nuage de points de la relation entre la population et le nombre de lumens émis par l'éclairage public de plusieurs villes des comtés de Santa Clara et Monterey. Avec droite de régression linéaire. Coefficient de détermination R^2=0.94. D'après Walker[363].

L'éclairage public n'est bien sûr pas la seule source d'éclairage extérieur. Le fait qu'une relation linéaire existe entre la quantité de lumens émise par l'éclairage public et la population ne démontre pas de manière concluante l'existence d'une relation linéaire entre la totalité des émissions lumineuses d'une ville et sa population.

[362] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.
[363] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

Dans cette même étude, des mesures de luminosité du ciel ont donc été effectuées à l'aide d'un photomètre, sur trois villes : San Jose, Salinas et King City, villes recouvrant un large éventail de population. Ces mesures ont été effectuées dans deux longueurs d'ondes différentes, à savoir le visible et le bleu, et ont confirmé la variation linéaire de la luminosité avec la population. Il est cependant précisé que des observations plus nombreuses auraient été nécessaires pour déterminer si la linéarité apparente de la relation est effective. Walker estime pourtant que, à niveau de développement économique égal entre plusieurs villes, la relation linéaire établie à partir du seul éclairage public reste satisfaisante et tend plutôt à une légère surestimation de la distance à la ville nécessaire pour avoir un ciel noir.

Comté	Ville	Population (x 10^3)	Lumens (x 10^6)
Santa Clara	Campbell	29,55	16,96
	Cupertino	24,85	8,55
	Gilroy	16,4	8,97
	Los Altos	26,05	5,05
	Los Altos Hill	7,28	0,26
	Los Gatos	25,6	11,93
	Milpitas	32,3	16,48
	Morgan Hill	8,72	4,98
	Mountain View	59,9	32,59
	Palo Alto	52,8	37,06
	San Jose	547,5	327,94
	Santa Clara	87,1	111,82
	Saratoga	30,3	3,15
	Sunnyvale	106,4	81,53
	Santa Clara County Unincorporated	135,28	32,76
Monterey	Greenfield	3,36	2,54
	King City	4,32	2,37
	Salinas	68,6	42,31
	Soledad	4,78	2,6

Tableau 10 Population et intensité de l'éclairage public, villes des comtés de Santa Clara et Monterey. D'après Walker[364].

En second lieu, Walker a étudié la relation entre luminosité du ciel et distance à la ville. Des mesures ont été effectuées, toujours à l'aide d'un photomètre, sur la ville de Salinas (68 600 habitants au moment de l'étude) et dans deux longueurs d'ondes différentes, à savoir le visuel (V) et le bleu (B). Deux types de mesures ont été effectués, l'un se référant à la luminosité du ciel sur site à 45° de hauteur sur l'horizon mais dans la direction opposée

[364] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

à celle de la ville (1), l'autre se référant à la luminosité naturelle du ciel (site parfait) à 45° de hauteur sur l'horizon (2). Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 11.

	Intensité			
	(V)		(B)	
Distance (km)	(1)	(2)	(1)	(2)
8	2,41	3,5	2,36	3,73
10,5	1,91	2,82	1,91	2,95
14,2	1,23	1,86	1,18	1,95
16,9	0,59	1,14	0,64	1,27
18,7	0,68	1,14	0,68	1,18
24,5	0,27	0,64	0,27	0,64
32,2	0,14	0,5	0,09	0,54
35,7	0,09	0,23	0,05	0,23
98,7	0,02	----	0	----

Tableau 11 Variation, avec la distance à la ville de Salinas, de la luminosité artificielle du ciel nocturne à 45° au-dessus de l'horizon. D'après Walker[365].

Les données des colonnes (1) sont représentées sur la figure 29, avec en rouge les observations dans le visuel (V), et en bleu les observations avec filtre bleu (B). Une courbe de tendance logarithmique a été ajustée, avec un coefficient de détermination R^2 égal à 0,94.

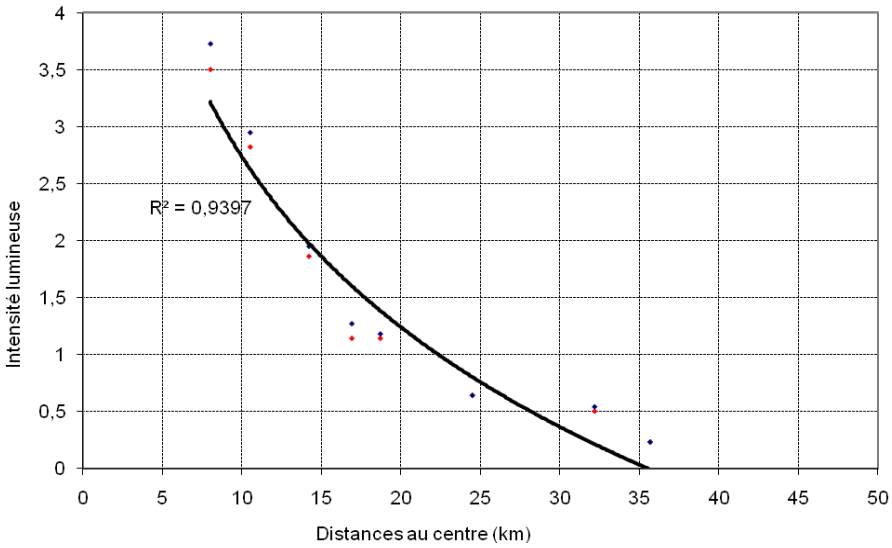


Figure 29 Variation, en fonction de la distance à la ville de Salinas (États-Unis), de l'intensité lumineuse du ciel à 45° au-dessus de l'horizon, en direction de la ville, par rapport à la luminosité du ciel à 45° à l'opposé de la ville.
Avec courbe de tendance logarithmique. Coefficient de détermination R^2=0,94. D'après Walker[366].

[365] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

Enfin, Walker a très tôt étudié la relation entre la population d'une ville et la distance au centre nécessaire pour obtenir une augmentation de la luminosité du ciel à 45° de l'horizon de 0,2 magnitude par rapport à la luminosité naturelle du fond de ciel, limite de détectabilité à l'œil nu selon lui. Il effectue ainsi différentes mesures sur des villes de Californie et d'Arizona dès la fin des années 1960[367]. Dans le but de vérifier et de quantifier plus précisément cette relation, il effectuera de nouvelles mesures plus précises, au photomètre, en 1976, dans le visible et le bleu, à différentes distances de King City, Salinas, San Jose et les villes du comté de Santa Clara[368]. Le tableau 12 liste les résultats de ces mesures, avec comme valeur de distance la moyenne entre la mesure visuelle et la mesure dans le bleu.

Date	Ville	Population (x 10^3)	Distance (km)
1975	Comté de Santa Clara	1 190,03	95
	San Jose	547,5	66
	Salinas	68,6	27
	King City	4,32	10
1966	Comté de Los Angeles	6 639,93	148
	Los Angeles	2 677,49	148
	San Diego	647,51	68
	San Jose	349,15	58

Tableau 12 Distance pour une luminosité artificielle à 0,2 magnitude de la luminosité naturelle. Distance à laquelle la luminosité artificielle du ciel nocturne à 45° au-dessus de l'horizon est égale à 0.2 magnitude par rapport à la luminosité naturelle du fond de ciel. D'après Walker[369].

Les résultats ainsi obtenus sont reportés en figure 30 qui trace les distances en fonction de la population des villes correspondantes, excepté pour le comté de Los Angeles et Los Angeles elle-même. Walker arrive donc à la conclusion suivante : la relation « intensité de lumière émise »/population est correcte pour des villes à développement économique similaire et à technologies d'éclairage semblables. La variation d'intensité de la luminosité du fond du ciel suit une décroissance logarithmique en fonction de la distance au centre de la ville. Et donc une relation logarithmique croissante existe entre la population et la distance au centre de la ville nécessaire pour avoir le même niveau lumineux du fond du ciel.

[366] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

[367] WALKER M.F., 1973, « Light pollution in California and Arizona », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 85, p. 508-519.

[368] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

[369] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

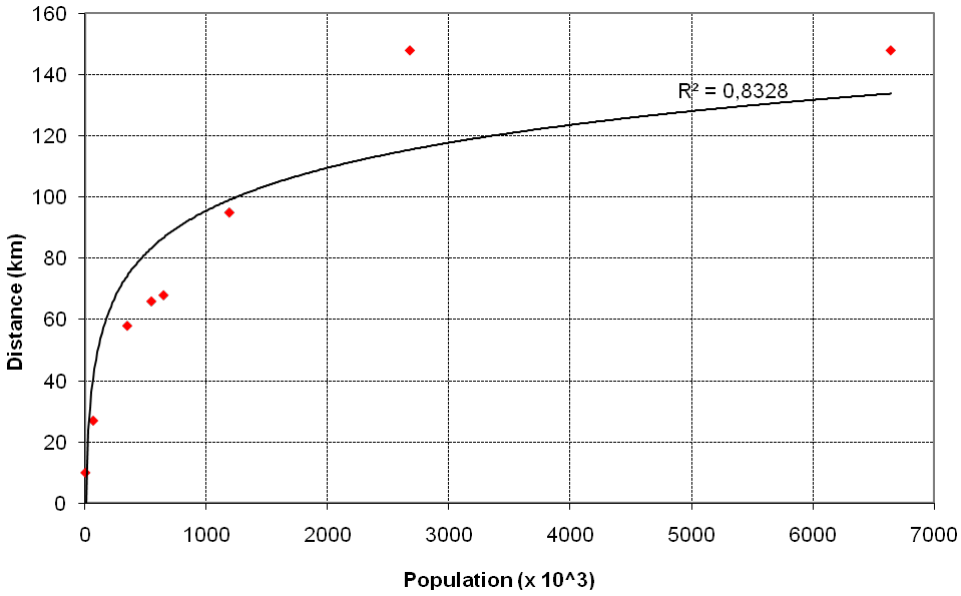


Figure 30 Distance pour une luminosité artificielle à 0,2 magnitude de la luminosité naturelle. Distance à la ville nécessaire pour que la luminosité artificielle du ciel nocturne à 45° au-dessus de l'horizon soit égale à 0.2 magnitude par rapport à la luminosité naturelle du fond de ciel. Avec courbe de tendance logarithmique. Coefficient de détermination R^2=0,83. D'après Walker[370].

Cette relation entre quantité de lumière émise par une ville, population de cette ville et distance à cette ville constitue la base de calcul du logiciel THOT (aujourd'hui THOTPRO), développé par Michel Bonavitacola, chargé de la commission recherche et développement de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN) et aujourd'hui de l'association Licorness. Ce programme a pour but de permettre une modélisation de la pollution lumineuse afin de définir rigoureusement une méthode de calcul d'un indice de qualité de site et de déterminer ainsi les zones les plus favorables à l'observation astronomique, et donc les zones à protéger en priorité. Pour cela, la loi de Walker et une méthode de calcul présentée ci-après sont utilisées.

L'utilisation du modèle THOT est simple : l'utilisateur rentre les coordonnées et la population des villes voisines (ou sélectionne ces données dans une base construite à partir des données INSEE), ainsi que les coordonnées du lieu où il désire calculer la pollution lumineuse générée par ces villes avoisinantes. Le programme lui indique alors l'indice du site considéré, ainsi que la répartition en azimut de la pollution. La nouveauté inhérente au programme THOT vient de ses sorties cartographiques. En effet, il est ici question de calculer pour chacun des points d'un maillage, de façon itérative, l'indice du lieu et, ensuite, de regrouper sur une carte le résultat obtenu en chaque point.

[370] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

L'étude de Walker[371] donne la relation empirique suivante :

$$I = k\left(\frac{P}{R^{2,5}}\right) \quad (7)$$

Soit, au coefficient k près :

$$Log(I) = 3 - 2{,}5\log(R) + \log(P) \quad (8)$$

Où I est le rapport d'intensité lumineuse artificielle du ciel à 45° au-dessus de l'horizon en direction de la ville, à l'intensité naturelle d'un ciel parfait à 45° au-dessus de l'horizon ; R est la distance en kilomètre entre le point d'observation et le centre de la ville modélisée ; P est la population de la ville, en centaine de milliers d'habitants. Le principe est donné par la figure 31. Ainsi, une ville de 100 000 habitants produira une augmentation de la brillance du ciel à 45° de hauteur égale à 10 % de la clarté naturelle du ciel nocturne si elle est distante de 40 km. A 10 km d'un village de 3 000 habitants, la gêne sera identique. La référence utilisée pour le fond de ciel naturel est de 4 candélas par mètre carré, soit une magnitude par seconde d'arc carré de 21,6. La loi dite de Walker n'est fonction, en apparence, que de la population de la ville et de la distance qui sépare cette ville de l'observateur ; elle s'avère pourtant plus subtile, faisant implicitement appel à la relation avec le flux de lumière émis par la ville, relation mise en évidence empiriquement par Walker[372], comme nous l'avons vu. Pour autant, cette modélisation est très simplificatrice sur plusieurs points : le calcul est effectué pour une élévation de 45° au-dessus de l'horizon dans la direction observateur-ville, les seules sources de pollution sont les villes et, enfin, celles-ci ont un rayon constant et sont donc modélisées par des disques uniformes qui ne font qu'approximer la morphologie réelle de la zone bâtie.

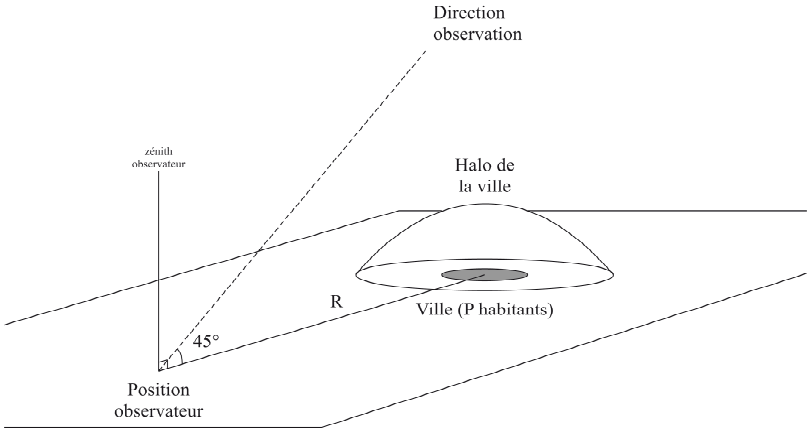


Figure 31 Principe de la loi de Walker.
Le rapport I est mesuré dans la direction d'observation, à 45° au-dessus de l'horizon, dans le plan [zénith observateur/observateur/ville]. D'après Bonavitacola[373].

[371] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

[372] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

[373] BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation.*
Site web : http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/

Afin de calculer un indice de qualité de site, il faut définir rigoureusement les pollutions engendrées par les villes avoisinantes suivant leur distance et leur population. La loi empirique de Walker ne suffit pas, nous le verrons plus loin. Il s'agit ici de déterminer l'augmentation de la luminosité du ciel à 45° par rapport au ciel naturel. L'idée du calcul provient directement de l'observation du halo lumineux généré par une ville, représenté sur la figure 32 :

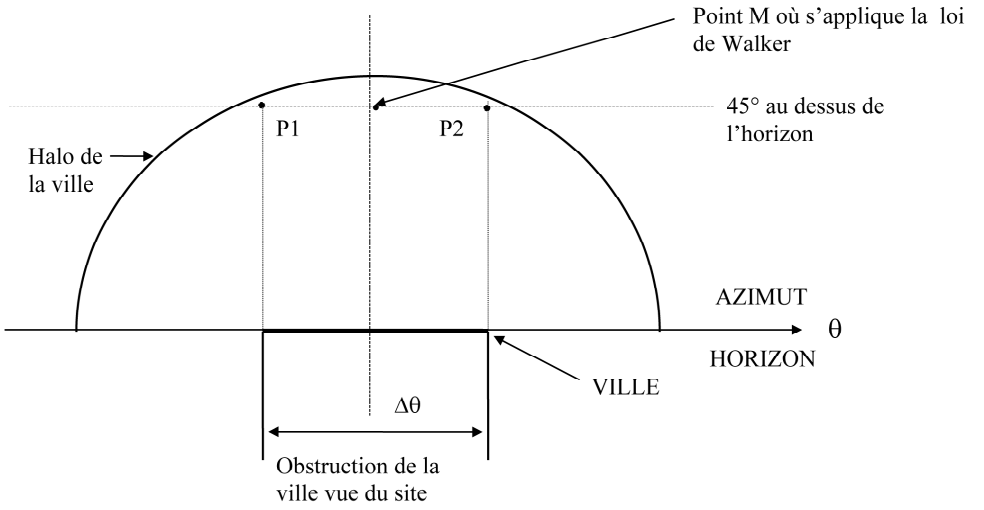


Figure 32 Représentation d'un halo de pollution lumineuse au-dessus d'une ville.
La ville, de diamètre Δθ, produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à 45° au-dessus de l'horizon, au point M, égale à celle calculé par la loi de Walker.
Source : documentation programme THOT, Licorness[374].

La ville considérée ici produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à 45° égale à celle calculée par la loi de Walker. De plus, on peut étendre cette gêne à un domaine, qui est en fait l'obstruction de la ville. En effet, plus la ville est proche, et plus elle apparaît étendue à l'observateur, et la gêne se fera sur une portion plus large du ciel.

On peut alors former une fonction de gêne, définie pour toutes les directions depuis le site considéré, et dont la valeur correspond à la gêne des différentes sources (figure 33). Ne reste alors plus qu'à calculer l'intégrale de cette fonction pour obtenir la valeur caractéristique du site, définie comme étant le rapport de la luminosité du fond de ciel du site à 45° sur la luminosité du fond de ciel naturel à cette même hauteur sur l'horizon.

[374] BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation*.
Site web : http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/

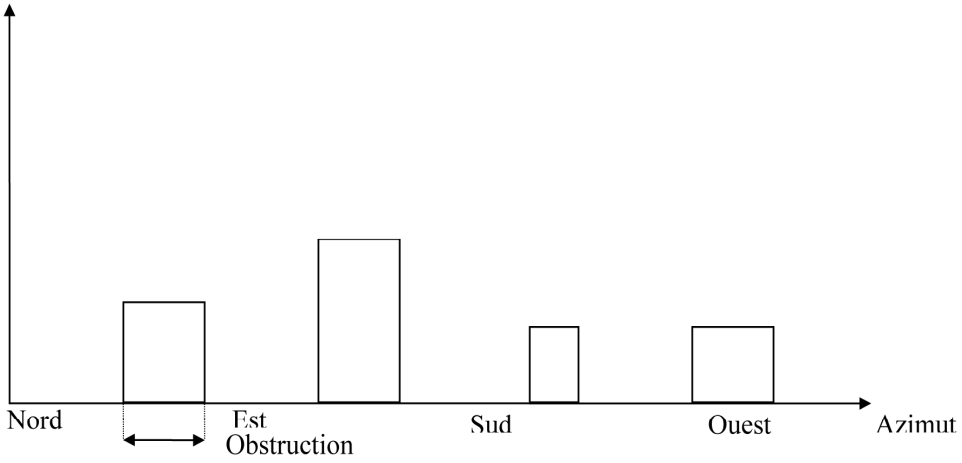


Figure 33 Fonction de gêne due aux halos de pollution lumineuse.
Représentation d'une fonction de gêne due aux halos de pollution lumineuse au-dessus de quatre villes. Chaque ville produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à 45° égale à celle calculée par la loi de Walker. Source : documentation programme THOT, Licorness[375].

L'indice de qualité indique si un site est favorable à l'observation ou non, du point de vue de la pollution lumineuse. Le calcul de cet indice se fait en deux étapes distinctes. Premièrement, il faut calculer l'augmentation de luminosité à 45° degrés au-dessus de l'horizon. Pour effectuer ce premier calcul, on suit le raisonnement suivant : la présence d'une ville implique une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel par rapport au ciel naturel. On calcule cet accroissement grâce à la loi de Walker. Puis il faut également déterminer l'obstruction de la ville, c'est-à-dire son rayon apparent. Plus l'obstruction est importante, et plus la gêne provoquée sera grande. Cette obstruction est calculée en radians, puis ramenée en pourcentage. La multiplication des deux termes calculés précédemment est la perturbation d'une ville. On calcule ainsi la perturbation de chaque source de pollution, puis on ajoute toutes les perturbations. Ensuite, il suffit d'appliquer une grille d'évaluation au résultat obtenu. La grille d'évaluation utilisée par le programme THOT est l'échelle de Bortle[376] (encart 3). Cette échelle décrit la noirceur du ciel en se basant sur l'observation de différents objets astronomiques et des perturbations lumineuses. Elle est, de fait, moins précise qu'une échelle construite à partir de mesures électroniques de la luminosité du ciel mais, en contrepartie, elle est beaucoup plus universelle et facile à utiliser et permet donc au programme THOT d'avoir des retours de nombreux astronomes amateurs pour calibrer le modèle par itérations.

[375] BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation.*
Site web : http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/
[376] BORTLE J.E., 2001, « Introducing the Bortle dark-sky scale », *Sky & Telescope*, vol. 101, n° 2, p. 126.

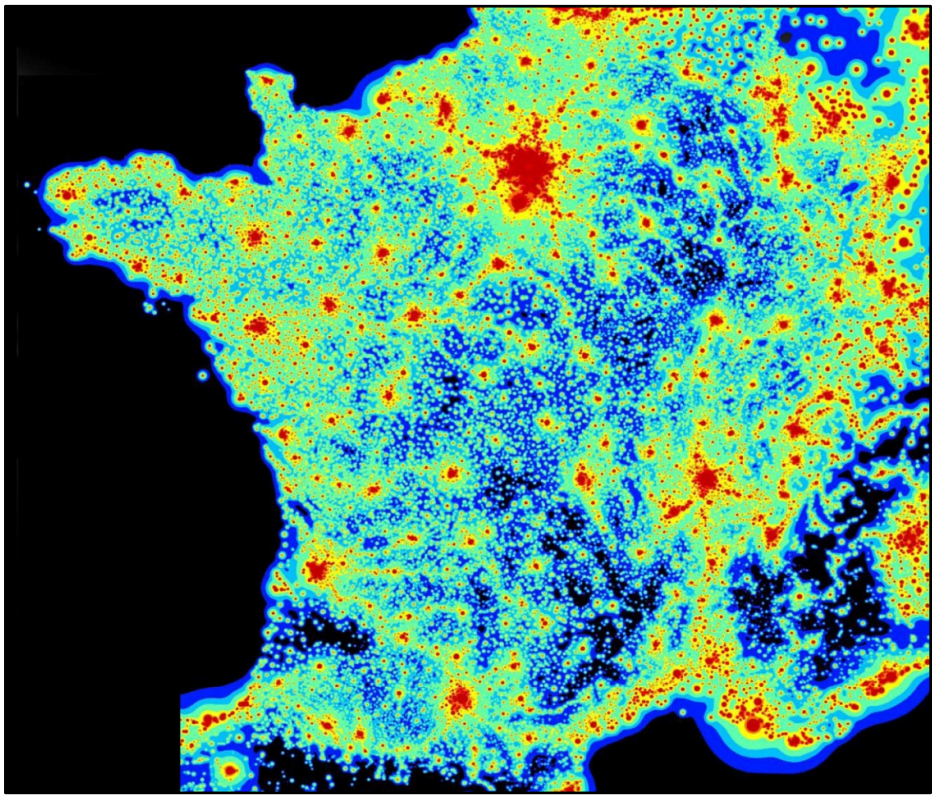


Figure 34 Cartographie de l'indice de pollution lumineuse (Bonavitacola) sur la France. Chaque couleur correspond à un niveau de dégradation de la qualité de site. Le rouge et orange correspond aux sites de type urbains, le vert et bleu clair de type transition et milieu rural. Le bleu foncé correspond à des sites pour lesquels le ciel est vraiment noir et le gris le ciel y est excellent. Cartographie : Bonavitacola, association Licorness[377] .

Encart 3 Échelle de Bortle[378].

Degré 1 : Site excellent. La lumière zodiacale, le *gegenschein*, et la bande zodiacale sont tous visibles - la lumière zodiacale est impressionnante, et la bande zodiacale traverse tout le ciel. Même en vision directe, la galaxie M33 est un objet évident à l'œil nu. La Voie Lactée dans la région du Scorpion et du Sagittaire projette au sol une ombre diffuse évidente. A l'œil nu, la magnitude limite se situe entre 7,6 et 8,0 (avec effort); la présence de Jupiter ou de Vénus dans le ciel semble dégrader la vision nocturne. Une lueur diffuse dans l'atmosphère est perceptible (un très faible halo naturel, plus particulièrement notable jusqu'à 15° au-dessus de l'horizon). Avec un instrument de 32 cm d'ouverture, les étoiles de magnitude 17,5 peuvent être détectées avec effort, tandis qu'un instrument de 50 cm avec un grossissement modéré atteindra la 19ème magnitude. En observant depuis une étendue bordée d'arbres, le télescope, vos compagnons, votre voiture, sont pratiquement totalement invisibles. C'est le paradis de l'observateur.

Degré 2 : Site vraiment noir. Une lueur peut faiblement être visible le long de l'horizon. M33 est plutôt facile à voir en vision directe. La Voie Lactée de l'été est fortement structurée à l'œil nu, et ses parties les plus brillantes apparaissent comme marbrées avec des jumelles ordinaires. La lumière zodiacale est encore assez brillante pour projeter de faibles ombres juste avant l'aurore et après le crépuscule, et sa couleur est distinctement jaunâtre comparée à la teinte blanc-bleutée de la Voie Lactée. Les nuages dans le ciel se manifestent comme des trouées noires ou des vides sur le fond étoilé. Le télescope et le paysage ne sont vus que vaguement, si ce n'est découpés

[377] BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation.* Site web : http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/

[378] BORTLE J.E., 2001, « Introducing the Bortle dark-sky scale », *Sky & Telescope*, vol. 101, n° 2, p. 126.

contre le ciel. La plupart des amas globulaires du catalogue de Messier sont des objets distincts à l'œil nu. La magnitude limite à l'œil nu est de 7,1 à 7,5, quand un télescope de 32 cm atteint 16 ou 17.

Degré 3 : Ciel rural. Quelques signes de pollution lumineuse sont évidents dans certaines directions de l'horizon. Les nuages y apparaissent faiblement éclairés mais restent noirs en quittant l'horizon. La Voie Lactée apparaît toujours complexe, et l'on distingue à l'œil nu les amas globulaires comme M4, M5, M15 ou, M22. M33 est facile à détecter en vision décalée. La lumière zodiacale est impressionnante au Printemps et à l'Automne (elle s'étend alors à 60° au-dessus de l'horizon après le crépuscule et avant l'aurore) et sa couleur est au moins faiblement reconnaissable. Le télescope est vaguement visible à 7-10 mètres. La magnitude limite à l'œil nu est de 6,6 à 7,0, et un réflecteur de 32 cm atteint la 16ème magnitude.

Degré 4 : Transition rural/urbain. Dans plusieurs directions, des dômes de pollution lumineuse apparaissent clairement au-dessus des agglomérations. La lumière zodiacale reste évidente mais ne dépasse même plus 45° au-dessus de l'horizon en début et fin de nuit. La Voie Lactée reste impressionnante à distance raisonnable de l'horizon mais ne conserve que ses principales structures. M33 est un objet difficile en vision décalée et n'est détectable qu'à une hauteur de 50° au-dessus de l'horizon. Les nuages en direction des sources de pollution lumineuse sont éclairés, bien que faiblement, et restent noirs au zénith. Le télescope est vu de loin assez distinctement. La magnitude limite à l'œil nu est située entre 6,1 et 6,5, et un réflecteur de 32 cm avec un grossissement modéré révélera des étoiles de magnitude 15,5.

Degré 5 : Ciel périurbain. Seulement quelques indices de lumière zodiacale sont vus aux meilleures nuits du Printemps et de l'Automne. La Voie Lactée est très faible ou invisible à l'approche de l'horizon, et apparaît délavée au-delà. Les sources de lumières sont évidentes dans presque sinon toutes les directions. Pratiquement dans tout le ciel, les nuages sont notablement plus clairs que le ciel lui-même. La magnitude limite à l'œil nu est comprise entre 5,6 et 6,0 et un réflecteur de 32 cm atteindra environ les magnitudes 14,5 à 15.

Degré 6 : Ciel de banlieue. Aucune trace de la lumière zodiacale ne peut être vue, même aux meilleures nuits. La présence de la Voie Lactée n'est apparente que vers le zénith. Le ciel jusqu'à 35° au-dessus de l'horizon émet une lumière grise orangée. Les nuages partout dans le ciel sont lumineux. Il n'y a pas de difficulté à voir les oculaires et les accessoires du télescope sur une table d'observation. M33 n'est pas détectée sans une paire de jumelles, et M31 n'est que modestement visible à l'œil nu. La magnitude limite est de l'ordre de 5,5, et un télescope de 32 cm utilisé avec un grossissement modéré montrera des étoiles de magnitudes 14,0 à 14,5.

Degré 7 : Transition banlieue/ville. Le fond de l'ensemble du ciel présente une vague teinte grise orangée. Des sources puissantes de lumière sont évidentes dans toutes les directions. La Voie Lactée est totalement invisible ou presque. M44 ou M31 peuvent être aperçus à l'œil nu mais très indistinctement. Les nuages sont fortement éclairés. Même dans un télescope d'ouverture moyenne, les objets les plus brillants du catalogue de Messier ne sont que de pâles fantômes d'eux-mêmes. La magnitude limite à l'œil nu est de 5,0 en forçant, et un réflecteur de 32 cm atteindra à peine la 14ème magnitude.

Degré 8 : Ciel de ville. Le ciel est orangé, et on peut lire les titres des journaux sans difficulté. M31 et M44 sont tout juste décelés par un observateur expérimenté les nuits claires, et seuls les objets Messier les plus brillants peuvent être détectés avec un petit télescope. Certaines des étoiles qui participent au dessin classique des constellations sont difficiles à voir, ou ont totalement disparu. L'œil nu peut détecter des étoiles jusqu'à la magnitude 4,5 au mieux, si l'on sait exactement où regarder, et la limite stellaire d'un réflecteur de 32 cm ne va guère au-delà de la magnitude 13.

Degré 9 : Ciel de centre-ville. Tout le ciel est éclairé, même au zénith. De nombreuses étoiles qui forment le dessin des constellations sont invisibles, et les faibles constellations comme le Cancer ou les Poissons ne peuvent être vues. Si ce n'est peut-être les Pléiades, aucun objet Messier n'est visible à l'œil nu. Les seuls objets célestes qui offrent de belles images au télescope sont la Lune, les planètes, et certains des amas d'étoiles les plus brillants (si tant est qu'on puisse les localiser). La magnitude limite à l'œil nu est 4,0 ou moins.

Un lissage des densités de population

Bien sûr, une cartographie construite sur la base d'un indicateur dérivant de la taille des agglomérations et de leur poids de population, renverra inéluctablement une image plus ou moins retravaillée des densités de population. L'intérêt de la méthodologie cartographique de Bonavitacola est la prise en compte de l'environnement de l'observateur grâce au calcul d'un indice par intégration, qui répond ainsi à une difficulté rencontrée dans toute cartographie de la pollution lumineuse (en un point donné de la surface du globe, l'observation est possible dans tout l'hémisphère supérieur délimité par l'horizon). Ici, le choix d'intégrer les différentes valeurs rencontrées à 45° peut paraître arbitraire, mais il découle de la littérature[379], et consiste en un très bon compromis entre une cartographie zénithale, qui aura tendance, du point de vue des astronomes, à sous-estimer le niveau de pollution lumineuse en un point donné, et l'intégration horizontale qui, elle, s'avère difficile car buttant sur une variabilité souvent très grande (visibilité directe des sources, par exemple).

La méthodologie de Bonavitacola est donc, en termes de modélisation, une forme d'opérateur de voisinage et serait, en ce sens, à rapprocher de « l'indicateur de température urbaine », mis au point par l'antenne régionale bretonne de l'INSEE à la fin des années 1980 et utilisé au début des années 1990. L'INSEE s'aperçoit que l'étude classique des dynamiques démographiques laisse voisiner des communes en croissance et en décroissance et prête à la ville le contour figé de l'arrondissement ou du département, introduisant des discontinuités dans des espaces en réalité homogènes. De ce fait, l'œil a cartographiquement du mal à apprécier le bilan global, ce qui pousse l'INSEE Bretagne à mettre au point un procédé de lissage spatial consistant à prendre en compte en chaque commune l'ensemble des populations environnantes, divisées par le carré des distances. C'est la valeur élevée de cet indicateur à proximité des villes qui a conduit à le baptiser « indicateur de température urbaine ».

1.2.1.3 Des disparités à l'échelle d'une région : l'exemple de la Bourgogne

Une cartographie zénithale à partir des données CORINE Land Cover 2000

En 2001, Albers et Duriscoe proposent une autre modélisation de la pollution lumineuse, cette fois-ci donnant une valeur zénithale, s'appuyant sur une relation entre poids de population d'une ville et distance ville-observateur[380] et l'utilisent pour cartographier précisément la pollution lumineuse aux États-Unis[381]. La relation utilisée est similaire à celle de la loi de Walker[382], car mettant en relation l'intensité lumineuse émise par une ville avec sa population et la distance d'observation, mais elle estime cette intensité au

[379] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

[380] ALBERS S. et DURISCOE D., 2001, « Modeling Light Pollution From Population Data and Implications for National Park Service Lands », *George Wright Forum*, volume 18, n° 4, p. 56-68.

[381] Leurs cartographies sont disponibles via l'Internet. URL : http://laps.noaa.gov/albers/slides/ast/places.html

[382] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

zénith au lieu de l'estimer à 45° de hauteur sur l'horizon, supprimant le problème de l'orientation de la mesure, facilitant ainsi la modélisation cartographique. La relation, pour chaque ville, est la suivante :

$$I_i = 11300000\, pr^{-2,5} \quad (9)$$

Où I_i est l'intensité lumineuse du ciel en nanoLamberts (le Lambert, L, est une unité de mesure de la luminance équivalant, dans les unités du SI, à $10^4/\pi$ candela par mètre carré) en un point de coordonnées x et y ; p est la population de la ville i et r la distance à la ville, en mètres (la distance à la ville considérée ici est bien la distance à la zone bâtie, et non la distance au centroïde de cette zone).

Albers et Duriscoe[383] ajoutent à cette équation de type Walker[384] un facteur de diffusion atmosphérique (f), faisant la relation entre l'épaisseur de la couche d'atmosphère responsable de la diffusion (s, typiquement 4000 m) et la hauteur totale de la colonne d'air au-dessus de l'observateur (h, typiquement 8000 m) :

$$f = e^{-h/s} \quad (10)$$

En intégrant ce terme à l'équation 10, on obtient 11 :

$$I_i = 11300000\, pr^{-2,5} f \quad (11)$$

Pour obtenir, en un lieu donné de coordonnées x et y, la pollution lumineuse au zénith émise par l'ensemble des villes environnantes, il suffit de sommer les intensités émises par chacune d'elles :

$$I = \sum I_i \quad (12)$$

Cette relation nous a permis de dresser une carte de la pollution lumineuse zénithale sur la Bourgogne à partir de la morphologie des zones artificialisées (base de données CORINE Land Cover) et d'affiner ainsi la cartographie par rapport à celle produite par le programme THOT, qui considère des villes parfaitement circulaires. La population utilisée est celle du Recensement Général de la Population de 1999 (base de données RGP 99), à l'échelon communal. Elle est répartie dans les différentes zones bâties d'une même commune en fonction de la superficie de chacune de ces zones.

La base de données géographique CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen CORINE, programme de coordination de l'information sur l'environnement. Il s'agit d'un inventaire biophysique de l'occupation des terres qui fournit une information géographique de référence pour 29 États européens et pour les bandes côtières du Maroc et de la Tunisie. En France, l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) est chargé d'en assurer la production, la maintenance et la diffusion. Cette base de données présente ainsi l'intérêt d'être accessible gratuitement en téléchargement via l'Internet

[383] ALBERS S. et DURISCOE D., 2001, « Modeling Light Pollution From Population Data and Implications for National Park Service Lands », *George Wright Forum*, volume 18, n° 4, p. 56-68.

[384] WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

La base de données CORINE Land Cover 2000 – CLC 2000, que nous utilisons ici – a été réalisée à partir d'images satellitaires (SPOT (XS) ou LANDSAT (MSS)) de l'année 2000 et constitue donc un véritable référentiel d'occupation du sol, calé sur la base de données cartographique de l'IGN, et proche par la date des recensements de la population (1999) et de l'agriculture (2000).

L'unité spatiale et la superficie de la plus petite unité cartographiée, du seuil de description, est de 25 hectares. L'unité spatiale au sens de CLC 2000 est une zone dont la couverture peut être considérée comme homogène, ou être perçue comme une combinaison de zones élémentaires qui représente une structure d'occupation. Elle doit présenter une surface significative sur le terrain et se distinguer nettement des unités qui l'entourent. De plus, sa structure doit être suffisamment stable pour servir d'unité de collecte pour des informations plus précises.

La nomenclature de CLC 2000 est une nomenclature hiérarchisée en 3 niveaux, qui permet de couvrir l'ensemble du territoire. Le premier niveau (5 postes) correspond aux grandes catégories d'occupation du sol repérables à l'échelle de la planète :

- 1 Territoires artificialisés.
- 2 Territoires agricoles.
- 3 Forêts et milieux semi-naturels.
- 4 Zones humides.
- 5 Surfaces en eau.

Trois items (1.1.1, 1.1.2 et 1.2.1) de niveau 3 ont été conservés parmi les territoires artificialisés, trois types d'occupation du sol qui sont les plus émetteurs de lumière artificielle nocturne :

- 1.1 Zones urbanisées.
  - 1.1.1 Tissu urbain continu : espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes couvrent la quasi totalité du sol. La végétation non linéaire et le sol nu sont exceptionnels.
  - 1.1.2 Tissu urbain discontinu : espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables.
- 1.2 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication.
  - 1.2.1 Zones industrielles et commerciales. Zones recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue, par exemple), sans végétation occupant la majeure partie du sol. Ces zones comprennent aussi des bâtiments et/ou de la végétation.

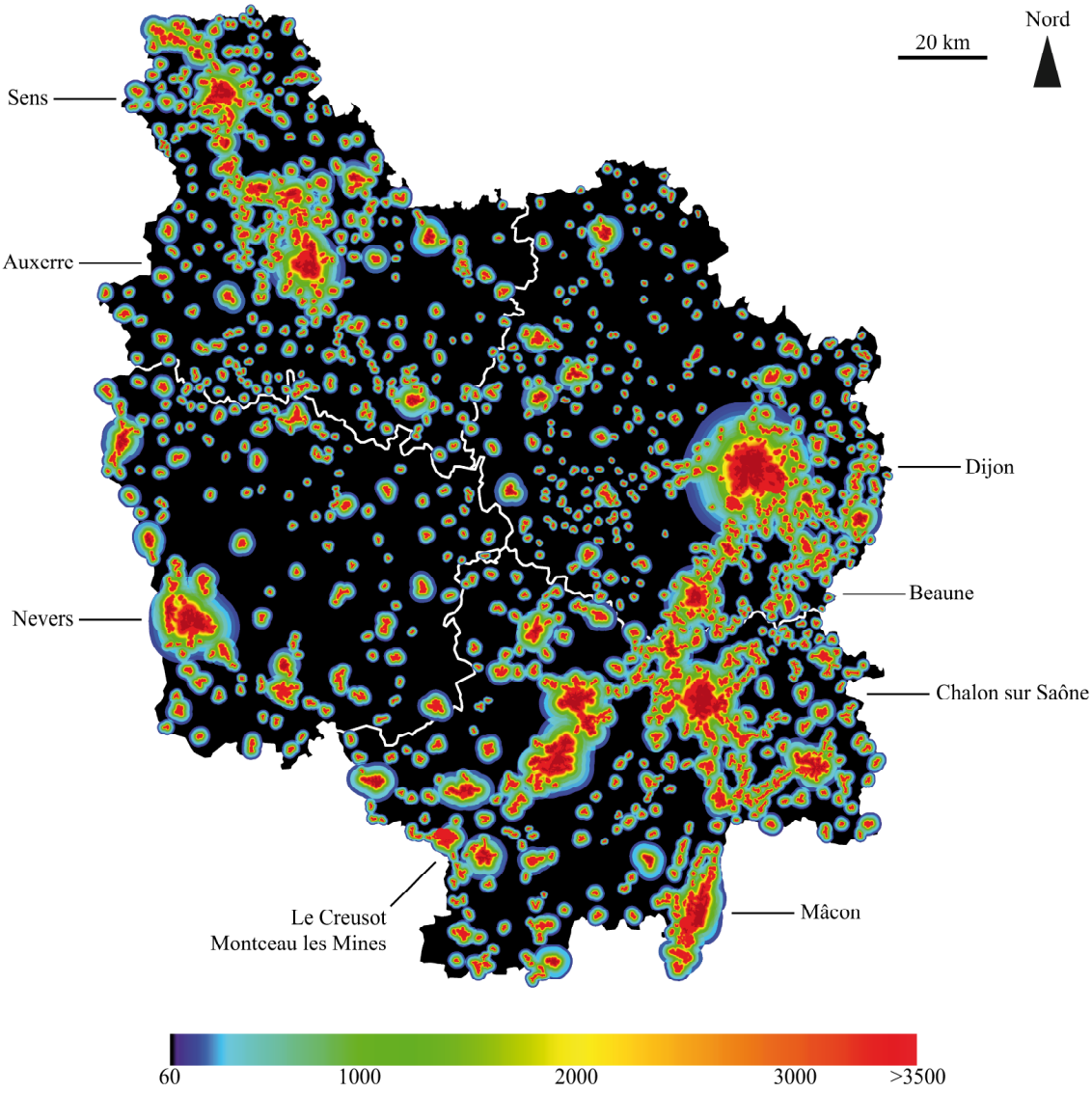


Figure 35 Cartographie de la luminance du ciel au zénith en Bourgogne.
Luminance du ciel au zénith (en nanoLamberts, *nL*) en Bourgogne, à partir des données de population INSEE (RGP 1999) et des données d'occupation du sol CORINE Land Cover 2000. Cartographie de l'auteur.

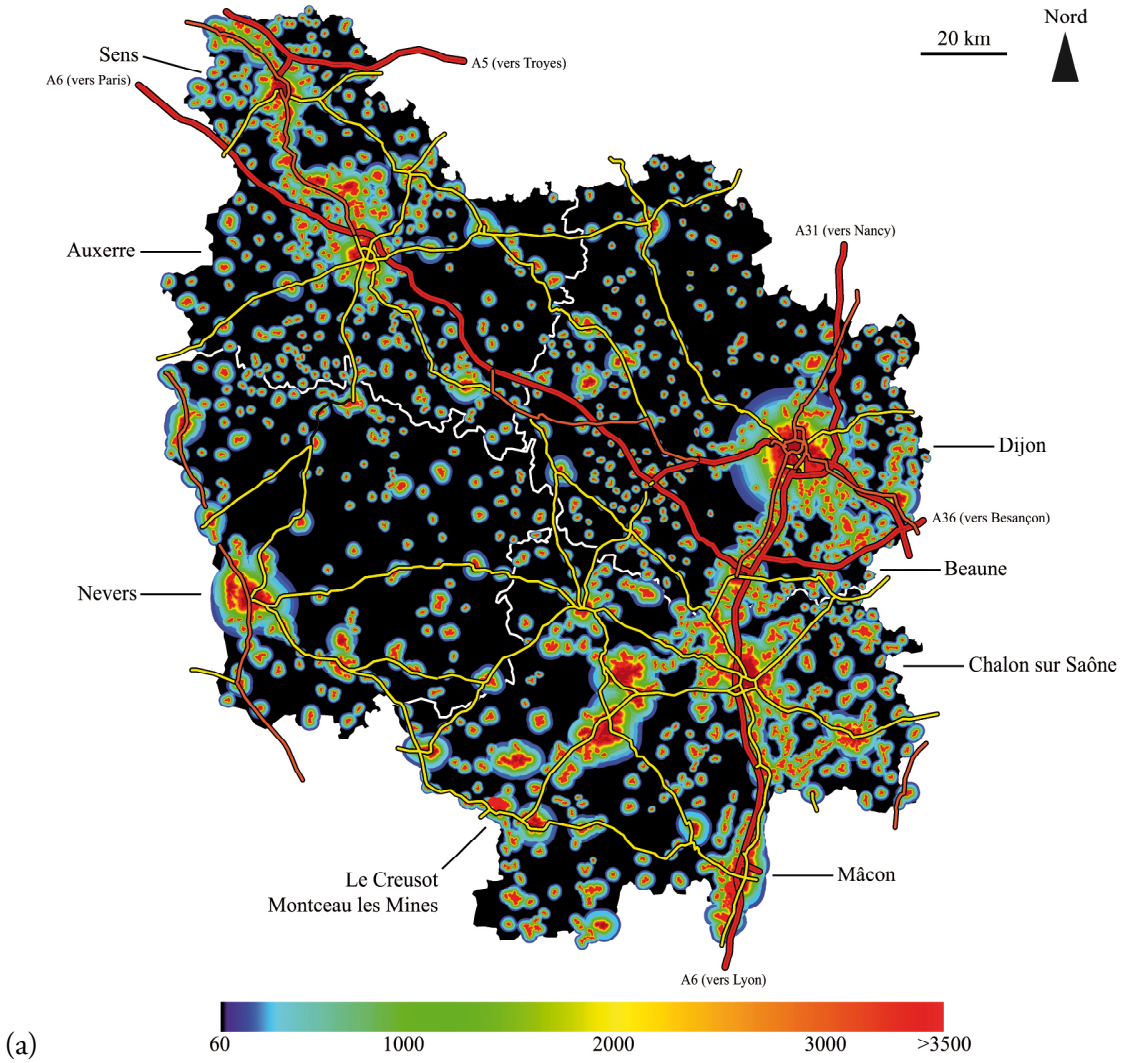


Figure 36 Cartographie de la luminance du ciel au zénith en Bourgogne, avec réseau routier. Luminance du ciel au zénith (en nanoLamberts, *nL*) en Bourgogne, à partir des données de population INSEE (RGP 1999) et des données d'occupation du sol CORINE Land Cover 2000, habillée par le réseau routier principale (carte (a)) et secondaire (carte (b)). Cartographie de l'auteur.

Des filaments d'urbanisation

Les figures 35 et 36 des pages précédentes donnent à voir une cartographie du territoire bourguignon peu habituelle. La structure générale de la pollution lumineuse dans la région se construit autour de deux grands axes, qui correspondent tout naturellement aux deux grandes zones de fortes densités de population. Le premier axe s'étend de Dijon à Mâcon, en passant par Beaune et Chalon-sur-Saône ; des extensions vers Auxonne, Louhans, le Creusot et Montceau-les-Mines viennent se rattacher à cet axe structurant l'est de la région. Le deuxième axe particulièrement marqué est la ligne Auxerre-Joigny-Sens.

Ces deux axes montrent en fait la situation de la Bourgogne, entre les deux aires urbaines les plus importantes du territoire français, Paris et Lyon. En effet, l'axe Auxerre-Sens, le long de l'Yonne, est rattaché à l'agglomération parisienne, élément majeur de pollution lumineuse en France, tandis que l'axe Dijon-Mâcon constitue l'extrémité nord d'un axe de fortes densités de population (souvent de 100 à 200 habitants au kilomètre carré) se prolongeant jusqu'à la côte méditerranéenne, passant par la région Rhône-Alpes, région de fortes densités de population (500 à 1 000 habitants au kilomètre carré). Les impacts de ces véritables « couloirs de pollution » du point de vue écosystémique (orientation-désorientation d'oiseaux migrateurs, par exemple) constituent un axe de recherche à développer.

La Bourgogne est une des seules régions du nord-est de la France possédant sur son territoire des zones relativement vierges de toute pollution lumineuse. En effet, le centre de la région (Morvan, Autunois et Nivernais) et le nord de la Côte d'Or (plateau de Langres) sont des zones « vides » de grosse agglomération. On y trouve un mitage du territoire par des petites villes (Autun, Saulieu, Montbard, etc.) souvent isolées et dont les empreintes lumineuses restent relativement faibles en comparaison de celles des gros éléments structurants pour lesquels l'effet cumulatif (aire urbaine + périurbain) de la lumière artificielle émise est très important. Les densités de population dans ces zones épargnées de la Bourgogne restent faibles, de l'ordre d'une vingtaine d'habitants au kilomètre carré.

Le Parc Naturel Régional du Morvan, situé au cœur de la région, constitue une des plus remarquables « réserve de ciel noir » du nord-est français, ayant également l'atout de l'altitude – culminant à 900 mètres – qui contribue à des effets de masquage et de décroissance de la diffusion de la lumière par l'atmosphère. Les Vosges, qui culminent à plus de 1400 mètres, ne jouissent pas de la même réserve de « nocturnité », se trouvant dans une zone de fortes densités de population avec Metz, Nancy, Epinal, Strasbourg et toute la plaine d'Alsace.

Un mitage prononcé, même dans les zones relativement préservées

Le cœur de la région Bourgogne, à cheval sur les départements de l'Yonne, de la Côte d'Or, de la Nièvre et de la Saône et Loire, apparaît sauvegardé d'une pollution lumineuse intensive, mais reste cependant constellé d'une myriade de petites communes, chacune éclairant la voirie « traversante » (nationales ou départementales) et, souvent, son

patrimoine bâti (église, bâtiment de mairie). Concernant cet éclairage patrimonial, un effet de mimétisme très fort a été observé durant les années 1990 et le début des années 2000, chaque village voulant éclairer *son* clocher pour qu'il soit aussi visible que celui de la commune voisine. Arrivée à « saturation » – presque tout ce qui pouvait être « mis en lumière » de façon compréhensible l'a été –, cette mode est aujourd'hui en train de passer et même, sous les contraintes économiques, a tendance à s'inverser. Il n'est plus rare de voir des communes demander au gestionnaire de la compétence éclairage l'installation d'une horloge servant à la coupure en milieu de nuit des dispositifs de mise en lumière patrimoniale. Nous verrons que cette démarche s'étend également, très progressivement, au parc d'éclairage public classique de voirie, et ce depuis la clarification du débat autour de la responsabilité pénale de l'élu en cas de décision municipale de coupure de l'éclairage (§ 2.2.2.3 de cette partie).

Cette pollution, bien que relativement ponctuelle, s'avère remarquable en termes de contraste et de visibilité : les matériels utilisés dans les communes de zones rurales ne sont pas, dans la plupart des cas, des matériels récents dotés des dernières avancées techniques en matière de maîtrise du flux sortant, et plus spécifiquement de l'ULOR et du flux entre 85° et 100° (cf. figure 24 en 1.1.2.2). La forme du bâti dans ces zones ne permet pas une interception du rayonnement émis dans cette portion de la sphère entourant le luminaire (cf. figure 25 en 1.1.2.2), engendrant une visibilité directe de la source à plusieurs kilomètres, voire plusieurs dizaines de kilomètres, comme le montre l'image 32.



Image 32 Mitage par des sources lumineuses distantes.
Photographie (panoramique par assemblage) depuis le cœur du PNR du Morvan (Mont Beuvray, altitude 870 mètres, 2010) montrant un mitage prononcé par des sources lumineuses situées parfois à plusieurs dizaines de kilomètres. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

1.2.2 L'intra-urbain, l'échelle des empreintes sensibles

À l'échelle intra-urbaine, toute modélisation basée sur les densités de population s'effondre. Au plus pourrions-nous avancer que l'éclairage apparaît en négatif du bâti, soulignant souvent ses pourtours, mais ce serait minimiser l'extraordinaire variété de

configurations rencontrée. Ainsi des éclairages des grandes voiries et des nœuds périurbains, ou des éclairages des grandes zones commerciales et de leurs innombrables parkings. L'échelle intra-urbaine est bien, dans une première phase de caractérisation des empreintes lumineuses que l'on va y rencontrer, celle du sensible.

1.2.2.1 Un éclairage encore trop dévoué à des « fonctions » bien distinctes

Un éclairage urbain loin d'être cohérent

Les lois de décentralisation de 1982-1983, dites « lois Defferre », ont donné un formidable coup d'accélérateur à l'étalement urbain[385]. Il est intéressant de noter que chacun des trois piliers de cet étalement – infrastructures routières, zones commerciales, lotissements – constitue un espace qui, au cours des 24 heures d'une journée, sera complètement vide d'usagers un temps donné. Pour les deux premiers espaces, c'est bien la nuit qu'ils seront désertés ; pour le dernier – les lotissements – la population n'y sera présente que la nuit, mais cloitrée derrières les murs de la propriété individuelle ou les grilles de l'enclave résidentielle (*gated community)*, laissant ainsi l'espace public sans usager. Ces espaces renvoient à l'image d'une ville nocturne en archipels, que la fabrique de l'éclairage urbain ne prend que trop rarement en compte. En zone urbaine plus qu'en zone rurale, plusieurs fonctions pour la lumière se côtoient : éclairage public des routes, des tunnels, éclairage de voies rapides, de grandes surfaces, de zones piétonnes, illuminations patrimoniales, balisage, éclairage résidentiel ou encore des parcs et jardins.

Différences visibles, différences sensibles

Autant d'utilisations différentes de la lumière et, pour chacune d'elles, différents types de lampes, chacune ayant ses propres caractéristiques techniques, notamment en termes de température de couleur. La lumière émise par les lampes varie des teintes dites « chaudes », à dominante rouge-orangée, aux teintes dites « froides », d'aspect blanc-bleuté, selon le type de lampe utilisé (lampe au sodium basse pression, sodium haute pression, iodures métalliques, vapeur de mercure haute pression, etc.) La superposition de ces sources, aux impressions chromatiques différentes (image 33), peut aussi bien engendrer une anarchie visuelle qu'une différenciation des types d'espaces (espace automobile, espace piétonnier, différence de vitesse autorisée, etc.), mais il faut dans ce cas que l'éclairage ait été pensé de manière à former un tout cohérent, ce qui est rarement le cas, ne serait-ce que pour des raisons de matériel préexistant, déjà en place lors d'un nouveau projet d'éclairage.

[385] MANGIN D., 2004, *La ville franchisée : formes et structures de la ville contemporaine*, Paris, Editions de La Villette.



Image 33 Diversité des sources lumineuses sur un même espace.
Photographie mettant en évidence, sur une même place, la diversité des sources lumineuses. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Dans la même logique de superposition de strates temporelles quant à l'installation des luminaires, la ville est l'endroit où la variété du matériel installé est la plus grande. Ainsi, il est possible de trouver, à quelques mètres de luminaires de la période fonctionnaliste d'un éclairage de voirie conçu pour l'automobile, des luminaires à la photométrie bien plus performante sur la maîtrise de l'ULOR, du flux horizontal et de l'éblouissement ; les zones résidentielles privées restent encore souvent éclairées par des luminaires de type « boule opale » ; les « encastrés de sol » fleurissent depuis plus de dix ans le long des monuments et bâtiments d'architectes et rayonnent d'une lumière venant, pour une petite partie, lécher les murs et, pour le reste, agresser les yeux des passants s'aventurant un peu trop à leur verticale images 34 et 35).



Image 34 Photographie (panoramique par assemblage) des halles de Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



Image 35 Photographie (panoramique par assemblage) de la Place de la Libération à Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Sur la base de l'observation visuelle, nous proposons ici une typologie simple (donc inéluctablement simpliste), mettant en regard quatre grands types d'espaces avec quatre grandes logiques d'éclairage (analysées à chaque fois sous l'angle qualitatif et quantitatif – la part de contribution aux différentes échelles de halo lumineux) : des centres-villes, éclairés avec soin pour la mise en valeur des façades, aux grandes voiries périurbaines et leurs nœuds routiers sur lesquels le coefficient d'uniformité reste le maître mot pour servir la vitesse, en passant par les lotissements et espaces résidentiels ainsi que par les grands espaces commerciaux, dans lesquels la temporalité de l'éclairage n'est pas des plus en phase avec les usages. La figure 37, présentée au paragraphe suivant, montre un cas classique, pour une ville moyenne française, de la distribution de ces différentes logiques.

Typologie des éclairages des espaces urbains

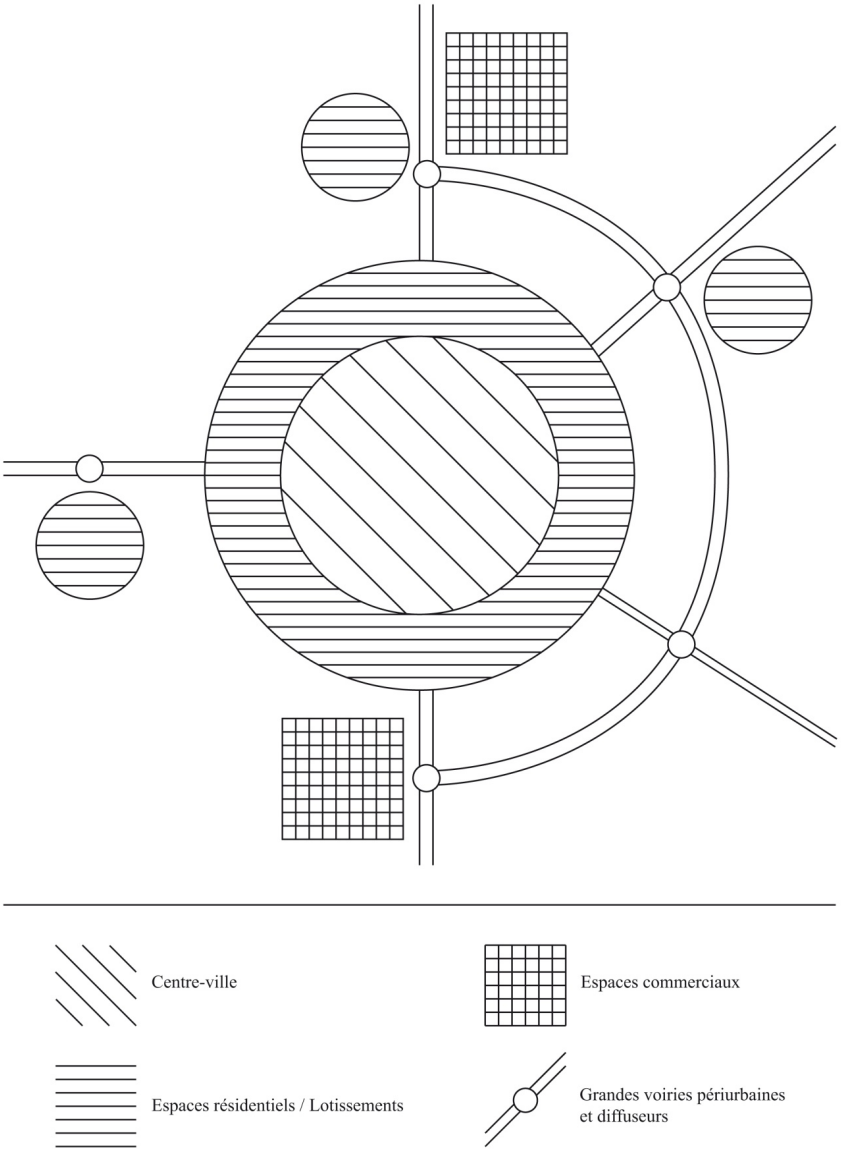


Figure 37 Typologie de l'éclairage public.
Schématisation de la typologie de l'éclairage public observée selon des critères quantitatifs (intensités) et qualitatifs (types de matériels utilisés). Schéma de l'auteur.

1.2.2.2 Aspects quantitatifs et qualitatifs de la typologie

Les centres-villes

Les quartiers historiques de centre-ville focalisent, et ce depuis plusieurs années, toute l'attention des services techniques et, à travers eux, des politiques locales en matière d'éclairage public. Le centre-ville nocturne est l'espace-temps qui va assurer l'image de marque de la ville vers l'extérieur : c'est lui qui sera visité par les touristes qui s'attarderont en soirée dans ses rues, avec un regard attentif posé sur ses façades et les ambiances qui en ressortiront ; c'est lui qui sera photographié et ira remplir de cartes postales *by night* les présentoirs des boutiques de souvenirs de la ville ; c'est lui, enfin, qui sera couché sur le papier glacé de plaquettes et de magazines vantant le dynamisme et l'attractivité de la ville dans sa globalité, afin d'inciter entrepreneurs et employés à venir s'y implanter (image 36).

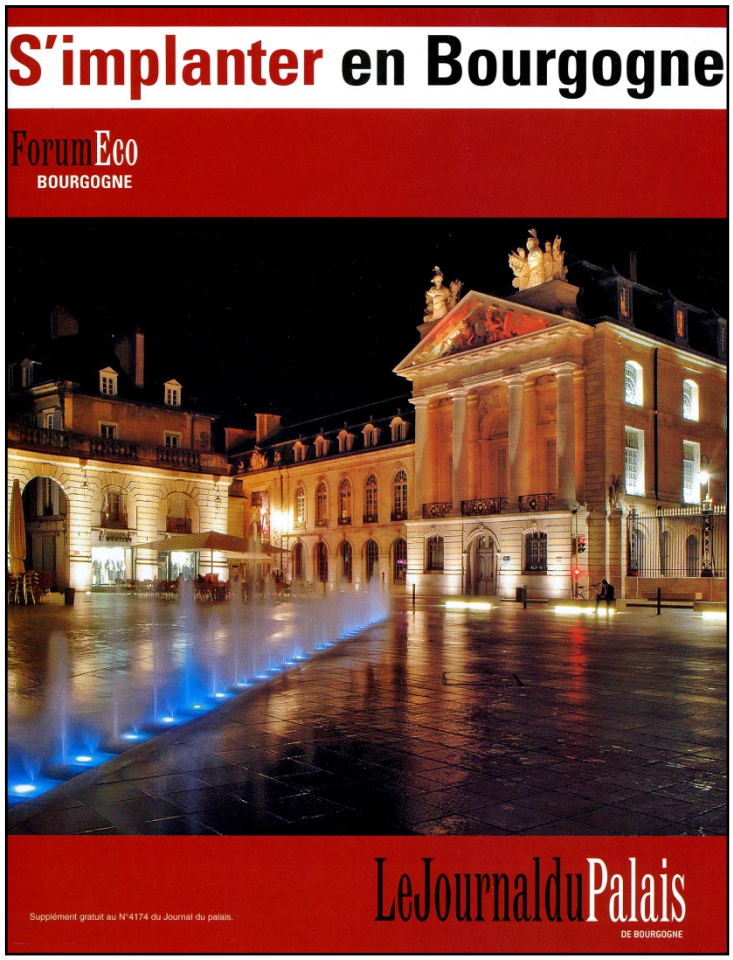


Image 36 Couverture du Journal du Palais.
Couverture du supplément au n°4174 (1er mars 2010) du Journal du Palais de Bourgogne, hebdomadaire régional d'information économique et juridique.

Dans cette démarche de mise en valeur d'une image de marque, les centres-villes sont souvent les lieux d'apparition de matériel technologiquement à la pointe. Ainsi, la LED a succédé aux encastrés de sol qui ont connu leur décennie de gloire dans l'éclairage de

façade durant les années 1995-2005. Les diodes électroluminescentes (abrégées DEL en français, mais dont l'acronyme anglais *LED* reste plus implanté dans le vocable technique usuel), souvent montées en « barreau de LEDs », constituent aujourd'hui l'outil fétiche des éclairagistes et concepteurs-lumière lors de la réalisation d'un plan lumière sur un monument historique : discrètes (elles peuvent être insérées quasiment partout : encadrement de fenêtres, embase de clocher, fontaines, etc.), de faible consommation et de températures de couleurs variées (et parfois même modulable à souhait pour une même diode), elles marquent le renouveau technologique à l'œuvre actuellement dans l'éclairage public. Sybille Vincendon, dans son *Petit traité des villes à l'usage de ceux qui les habitent*, nous offre un résumé provocateur, mais parlant, de ce qu'elle nomme « l'urbain mal digéré » :

> « Car l'ordinaire de l'urbain mal digéré se réduit aux places de l'hôtel de ville prétentieuses, qui ont coûté une fortune en travaux publics, qui se sont ornées d'une fontaine chichiteuse autour de laquelle il ne se passe jamais rien. À ces revêtements de pierre claire lisse, casse-gueule à la moindre pluie, impossibles à préserver des marques de chewing-gums, mais qui font si chic. Ces jardinières partout. Et cette frénésie de décorer, orner, bordurer, multiplier les cônes, les plots, l'inox, le métal, les diodes et les caméras de vidéosurveillance. On sent que les marchands de matériel sont au travail et que leurs catalogues sont bien garnis. »

En matière d'éclairage de voirie, le même soin quant à l'image est apporté. Celui-ci est particulièrement remarquable dans les zones piétonnes, où les lanternes dites « de style » se sont imposées depuis les années 1990. Ces lanternes qui doivent rappeler au passant « le réverbère d'antan », reprennent le dessin des becs de gaz et sont aujourd'hui omniprésentes dans tout cœur historique de ville. Leur but n'a pas toujours été d'atteindre une bonne efficacité photométrique, mais bien de plonger le promeneur du présent dans une image d'Épinal de la ville passée (image 37).



Image 37 Éclairage par des lanternes « de style ».
Photographie d'une rue piétonne du centre-ville historique de Dijon, éclairée par des lanternes « de style » à la photométrie peu efficace. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Avec l'installation massive de ces lanternes, les centres-villes historiques se sont peu à peu uniformisés, au grand dam des historiens de l'art architectural : l'usager de la ville nocturne, qu'il se trouve à Dijon, Paris, Lille, Brest, Bordeaux, Marseille ou Lyon, retrouve peu ou prou le même modèle de luminaire accroché aux « vieilles pierres » d'un cœur de ville désormais muséifié, courant après les différentes facettes de sa propreté et d'un nouvel hygiénisme urbain.

La « sécurité urbaine » est un autre point de focalisation de l'attention des politiques locales, qui pensent pouvoir trouver dans l'éclairage public, en suivant les logiques de la prévention situationnelle[386], le remède miracle à ce que l'on voudrait nous présenter comme le nouveau mal de la ville et de l'urbain (voir Première partie de ce travail). Pour reprendre l'expression marquante de l'ouverture du journal de 20 heures sur TF1 le 18 février 1976 par Roger Gicquel, « La France a peur » ; notamment la France urbaine qu'il faut donc surveiller afin de « défendre la ville » (mais soulignons que l'expression titre de l'ouvrage de Thierry Oblet, *Défendre la ville*[387], traduit une toute autre idée : celle de défendre ce qui *fait* la ville, ce qui est un attribut fort de l'urbain à savoir son insécurité intrinsèque qui naît de ce qu'elle *est* : rencontres, opportunités, surprises). L'urbanisme sécuritaire passe de plus en plus par la vidéosurveillance – qu'il faudrait désormais subtilement appeler vidéoprotection malgré une efficacité controversée (IAU Île-de-France, 2008) – et donc par le maintien de niveaux d'éclairement élevés des zones à surveiller, niveaux techniquement nécessaires aux caméras mais aussi aux forces de police exerçant dans ces quartiers où l'usage de l'espace public par les habitants est devenu, en soi, suspect. Ainsi, comme l'écrivait Gaston Bachelard, « Tout ce qui brille voit », et « La lampe veille, donc elle surveille »[388].

De par la morphologie de leur bâti (cf. 1.1.2), les centres-villes français, avec leurs rues relativement étroites, sont bien moins contributeurs au halo lumineux que leurs périphéries en termes de flux directement perdu dans l'hémisphère supérieur et en-dehors de l'espace utilement éclairé. Pour autant, les niveaux d'éclairement y sont souvent élevés (avec des valeurs en pied de mâts pouvant atteindre 45 lux dans des rues peu passantes au cœur de la nuit, et dans lesquelles des valeurs de 10 lux seraient suffisantes), tout comme les densités linéaires de points lumineux (le maintien du coefficient d'uniformité préconisé dans la norme EN 13201 oblige, avec des hauteurs de feux relativement faibles – 4, 6 ou 8 m –, à resserrer l'implantation des mâts). Comme nous l'avons vu, les centres-villes sont également les premières zones à bénéficier des matériels aux photométries optimisées. Mais il convient néanmoins de tempérer ce propos, beaucoup de monuments étant encore éclairés, dans les centres-villes, par des batteries de projecteurs placées sur les toits avoisinants, ou par des points lumineux encastrés au sol qui contribuent fortement à l'intensité du halo lumineux (image 38).

---

[386] MOSSER S., 2007, « Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, n° 31, p. 77-100.

[387] OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.

[388] MOSSER S., 2007, « Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, n° 31, p. 77-100. OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.



Image 38 Gradient d'intensité lumineuse entre centre-ville et périphérie.
Photographie faisant apparaître le gradient d'intensité lumineuse directement perçue entre le centre-ville de Dijon (centre de la photographie) et sa périphérie (zone commerciale à l'horizon, à l'extrême gauche de la photographie). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Ainsi, nous pouvons dresser une comparaison entre contribution au halo et densité d'habitat. Cette densité d'habitat ne coïncide pas avec la densité du bâti, la fonction résidentielle étant de plus en plus rejetée vers les périphéries[389] (figure 38). Cela souligne le fait que les zones urbaines les plus contributrices au halo d'agglomération ne sont pas les zones de plus forte activité nocturne (centres-villes) mais les zones monofonctionnelles étales, à la morphologie horizontale.

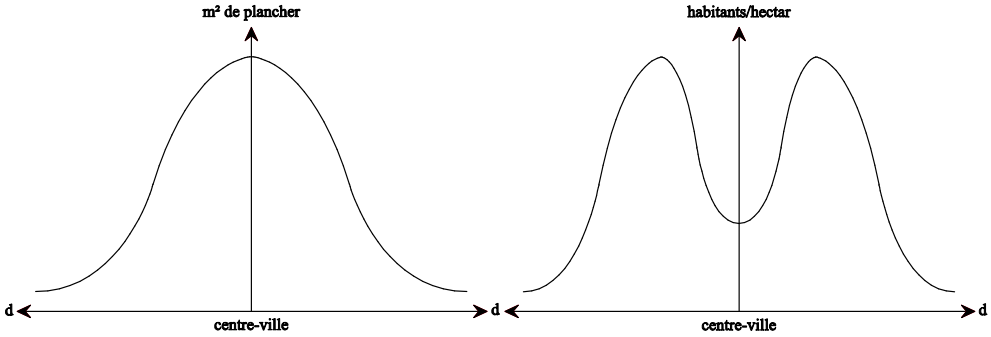


Figure 38 Schématisation de l'évolution de la densité du bâti. D'après Allain[390].

[389] ALLAIN R., 2005, *Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*, Paris, Armand Colin
[390] ALLAIN R., 2005, *Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*, Paris, Armand Colin



Image 39 Photographie de la Place de la Libération à Dijon.



Image 40 Photographie des bâtiments de la communauté d'agglomération du Grand Dijon.



Image 41 Photographie de la Place du Théâtre, Dijon.



Image 42 Photographie de la Place des Cordeliers, Dijon.

Les zones résidentielles et lotissements

Les quartiers résidentiels ne peuvent être dit « vides » durant la nuit, puisque ce sont bien eux qui abritent toute une partie de « la ville qui dort » (selon l'expression couramment utilisée par Gwiazdzinski[391]). Pour autant, cette ville, en veille dès 21 h et en sommeil de 23 h à 6 h, est très souvent dépourvue de tout usage nocturne, hormis quelques retours – souvent automobiles – des lieux de festivité. Dormir dans un espace ne suffit pas à « habiter ». Construire de façon continue dans l'espace ne suffit pas à « faire la ville ».

Deux types de luminaires se côtoient dans ces espaces résidentiels et, d'une façon générale, c'est l'historique des vagues successives de constructions et rénovations qui est ici directement observable au travers du matériel d'éclairage public. Ainsi, dans les quartiers résidentiels que l'on trouve en bordure directe du centre-ville à proprement parler, le matériel est souvent vieillissant, datant des années 1980 (boules opales encore fortement présentes, lanternes urbaines classiques inclinées à 15°, avec vasque fortement bombée, implantées sur les poteaux en béton servant à porter câbles téléphoniques et électriques basse tension). Pour les quartiers plus récents, l'attention portée par les services techniques aux qualités photométriques des luminaires est perceptible : la pose de lanternes fortement, voire complètement défilées est maintenant courante. Elle l'est aussi, dans les quartiers plus anciens, lors d'opérations de rénovation d'une ligne de luminaires. Peu à peu, donc, la qualité de l'éclairage public en termes de gestion de flux s'installe dans les villes, là où elle avait été négligée.

Il est un type de quartiers résidentiels où l'éclairage est tout autre : dans les lotissements qui fleurissent aux marges de la ville, l'éclairage dernier cri permet souvent de savoir que l'on se trouve dans un quartier conçu par un promoteur privé auquel la ville a délégué la construction du quartier (image 43). L'éclairage « public » doit ici aussi faire passer une image de marque : il doit permettre de lire, en un coup d'œil, le standing du quartier et participe presque à la fermeture de celui-ci pour qui serait de passage ici sans raison valable. Dans ces espaces, l'éclairage est souvent conçu par un bureau d'étude privé, et le matériel rencontré peut aller de la lanterne dite « de style » (qui tente de trouver sa place au milieu de maisons fabriquées « sur plan »), à du matériel dernier cri au dessin élancé et aux qualités photométriques très inégales (vasques planes ou semi-bombées, lanternes implantées à l'horizontale, de conception récente et optimisant le flux sortant pour le rapprocher du seul flux utile, côtoient des éclairages d'ambiance ou piétonniers éclairant bien plus à l'horizontale qu'à la verticale).

[391] GWIAZDZINSKI L., 2002a, *La nuit dimension oubliée de la ville, entre insécurité et animation*, thèse de Doctorat en géographie, Faculté de géographie de Strasbourg, sous la direction de CAUVIN-RAYMOND C.



Image 43 Superposition de matériels divers en quartier résidentiel, Fontaine lès Dijon.
Photographie d'un quartier résidentiel aisé à proximité de Dijon, mettant en évidence la superposition de matériels divers : luminaires de voirie, à la photométrie performante, et luminaire d'ambiance sur le cheminement piétonnier, à la photométrie horizontale.
© Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

C'est ici la fabrique privée de la ville qui est à l'œuvre, faite de solutions clés en main proposées aux élus locaux dont les ressources sont de plus en plus limitées suite au désengagement de l'État en matière d'aménagement. Inversement, le marché de la promotion immobilière se porte bien et va jusqu'à proposer au décideur local la prise en charge quasi complète d'un Plan Local d'Urbanisme fait de découpage en lots de terrains bordant la commune. La fabrique des réseaux, de la voirie est payée par le promoteur qui travaille de concert avec un aménageur, et la plus-value est opérée à la vente des pavillons construits à partir de « bonnes recettes » par un grand constructeur, pour de jeunes ménages avec un ou deux enfants. L'élu local signe, n'ayant plus à demeure de service d'urbanisme, capable de faire documents et plans, de jouer sur les leviers des opérations publiques, de développer le logement social, d'acquérir des propriétés foncières et de défendre l'intérêt collectif. Les communes perdent la main sur les limites de leur bâti et la ville s'étale, inexorablement. Nous verrons au second chapitre de cette partie que cette conception privée de l'éclairage n'est pas sans poser de problèmes aux services techniques des villes ou aux syndicats d'éclairage qui, souvent, voient arriver dans leur giron, par le biais d'un mécanisme de rétrocession, des « lignes » de luminaires dont ils n'ont pas eu la maîtrise de conception et d'ouvrage.

Quantitativement, ces zones résidentielles ressortent assez fortement dans le paysage nocturne. Deux raisons à cela : la densité du bâti y est faible, du moins sans commune mesure avec celle des centres-villes au bâti dense, continu, et au rapport entre largeur des rues et hauteur du bâti agissant comme un « bafflage » pour l'éclairage public. Les zones résidentielles perdent donc plus de lumière que les espaces centraux, et contribuent plus que ceux-ci à la visibilité directe des sources lumineuses à plusieurs kilomètres.

Les zones d'activités commerciales

En février 2010, Xavier de Jarcy et Vincent Rémy publiaient dans le magazine *Télérama*, sous le titre provocateur *Comment la France est devenue moche*[392], une critique acerbe des

[392] DE JARCY X. et REMY V., 2010, « Comment la France est devenue moche », *Télérama*, n° 3135, p. 24-30.

politiques décentralisées à l'échelon municipal, en terme d'urbanisation des franges urbaines (les Zones d'Aménagement Concerté et autres zones commerciales). Ces espaces des périphéries urbaines sont eux aussi laissés aux mains des promoteurs et groupes privés. L'éclairage de ces espaces n'est que le reflet de cette déprise du politique, doublée d'un désintérêt à l'encontre de lieux qui, de par leur potentiel d'offre de consommation (magasins d'usines, grandes surfaces rares, cinémas multiplexes, etc.), n'ont aucunement besoin d'être mis en valeur par un éclairage public de qualité pour attirer. Pour autant, aux côtés de l'éclairage public, ces zones sont le théâtre d'une âpre compétition entre néons multicolores, les uns de Décathlon®, Norauto®, Leroy Merlin®, les autres de Kiabi®, Cultura® ou Darty®. Des éclairages privés, à but principalement publicitaire (vient ensuite, dans le cas des parkings éclairés, la motivation de sécurisation des espaces), et à destination d'usagers simplement en transit dans ces espaces et qui ne regardent plus, depuis longtemps, ces façades de hangars – les ont-ils d'ailleurs jamais regardés ? Mais il faut, de nuit comme de jour, pour exister commercialement, donner dans la surenchère visuelle pour espérer arriver encore à attirer l'attention de quelque passant et à marquer l'imaginaire dans cet enchevêtrement de parallélépipèdes de tôle ondulée, de panneaux d'indications et d'enseignes lumineuses.

Les zones d'activités commerciales sont l'archétype de ces non-lieux nocturnes, de ces espaces monofonctionnels qui se trouvent complètement désertés durant la nuit. Pour des raisons de sécurisation – des biens, bien plus que celle d'hypothétiques personnes – ces espaces sont fortement éclairés par chacune des enseignes afin d'assurer un niveau d'éclairement permettant le bon fonctionnement des caméras de vidéosurveillance braquées sur des parkings vides ou des vitrines renforcées d'un rideau de fer. Les images 44 et 45 nous montrent le visage nocturne d'une zone d'activités commerciales, fait de néons multicolores mais aussi d'aires vidées de leurs usagers diurnes, mais restant éclairées en vue d'hypothétiques passants à filmer dans une non moins hypothétique activité délictuelle.

Ironie du sort, ces déserts nocturnes sont, quantitativement, les zones les plus émettrices de lumière artificielle et celles qui contribuent le plus à l'étalement de l'empreinte lumineuse (images 46 et 47). La gestion des flux y est basique, voire simplement inexistante pour ce qui concerne l'éclairage privatif, et se conjugue avec une morphologie étale et éparse ne pouvant stopper la lumière qui s'échappe de projecteurs montés sur des mâts de 12 mètres ou implantés à même le sol, destinés à éclairer de grandes aires de parking ou d'immenses façades de tôle blanche.



Image 44 Photographie d'une zone commerciale, Quétigny.



Image 45 Photographie d'un parking en zone commerciale, Quétigny.

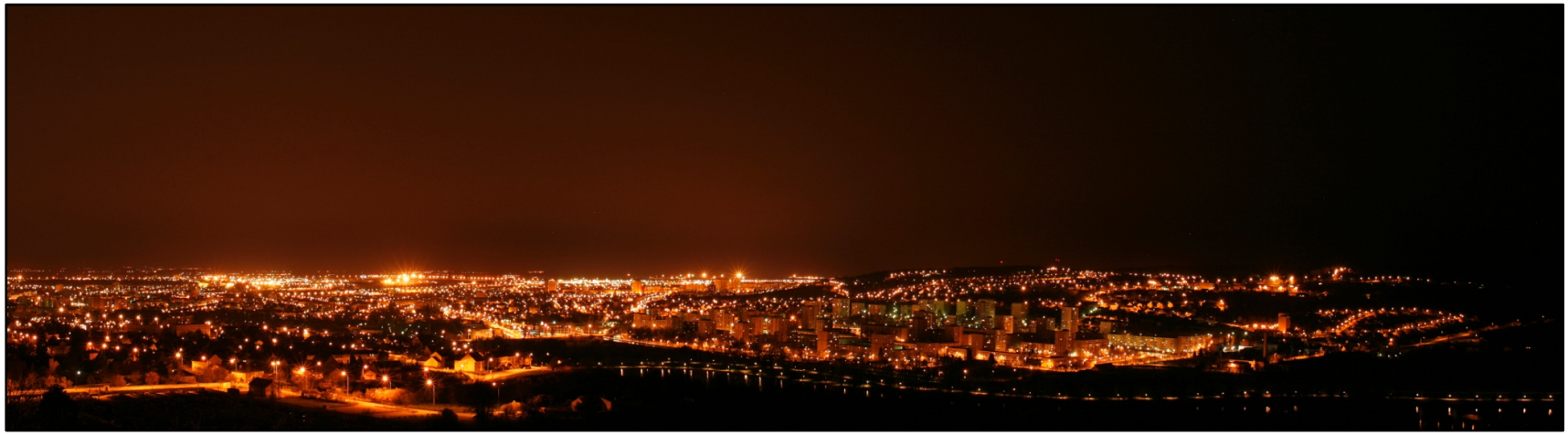


Image 46 Photographie de l'agglomération dijonnaise ; à l'horizon, zone commerciale de Chenôve.



Image 47 Depuis le même point de vue : mise en évidence de l'intensité lumineuse de la zone commerciale (pose plus longue).

La grande voirie périurbaine d'interconnexion

Quasiment à contre-courant des soins qualitatifs apportés aux centres-villes historiques, les périphéries des zones urbaines restent aujourd'hui soumises avant tout aux logiques fonctionnalistes d'un éclairage de voirie conçu autour du déplacement automobile. Ce sont ici les aspects quantitatifs de sécurisation des flux – voir et être vu – qui prédominent encore, avec une focalisation toute particulière sur le maintien du coefficient d'uniformité de l'éclairement de la chaussée et, dans le même temps, sur le maintien de niveaux d'éclairement moyen très élevés (dépassant parfois 30 lux, là où une valeur de 15 lux s'avère suffisante – cf. chapitre 3). Le respect du sacro-saint coefficient d'uniformité recommandé par l'AFE impose une densité de luminaires très élevée, avec des distances entre mâts très réduites.

Cette prolifération lumineuse rend plus difficile la tâche visuelle de l'usager de la route qui entre souvent dans la ville par ces zones d'activités. Pour contrecarrer les éclairages privatifs, les acteurs de l'éclairage public sont contraints eux aussi d'entrer dans un mécanisme de surenchère des niveaux d'éclairement afin de garder une chaussée suffisamment identifiable pour l'usager. Les « deux fois deux voies » pénétrantes sont ainsi affublées de luminaires surpuissants et densément installés afin de souligner les perspectives et de guider l'usager (améliorer la visibilité, mais aussi la lisibilité, images 48 et 49), selon les préconisations des guides techniques de l'AFE. On peut ainsi lire dans les *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*[393] cette analyse des « Conditions en milieu périurbain » :

> « Le milieu périurbain correspond à l'extension de la ville. En termes d'exigences visuelles, les difficultés rencontrées sont les suivantes :
> - l'environnement proche est constitué par un tissu urbain complexe fait d'ensemble de zones d'activités diverses, caractérisées par de nombreuses émissions de lumière pas toujours contrôlées ;
> - la composition du trafic est multiple. Cette caractéristique se constate aussi bien sur la nature du trafic que sur le type d'usager. Les véhicules légers urbains se côtoient avec une proportion importante de poids lourds. De même, le type d'usager est très diversifié ; il est composé d'usagers de passage ou en transit, itinérants de ville en ville, et d'usagers locaux aux comportements très différents ;
> - la présence d'un nombre important d'échangeurs, la densité des zones de conflit (cisaillement entrées/sorties, ponts, courbures marquées de la voirie, ruptures de perspectives, etc.), rendent la tâche de navigation extrêmement délicate ;
> - la complexité du champ visuel par la multiplication des panneaux directionnels ou d'information, des affichages publicitaires, ou enseignes diverses qui attirent l'attention du conducteur ;

[393] AFE, 2002, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.

- la nécessité d'informer les usagers sur la spécificité de cet environnement, associée à la volonté de renvoyer l'image de la ville, imposent un traitement fonctionnel de l'éclairage particulièrement réfléchi mettant en jeu une complémentarité étudiée des équipements.
On comprendra que dans un tel environnement, le balisage actif ou passif ne peut, à lui seul, assurer la principale exigence visuelle qui est la visibilité (à ne pas confondre avec la lisibilité de la trajectoire). »

Dans ces mêmes recommandations, l'AFE met cependant en garde quant à l'utilisation de supports dits « de grande hauteur » (supérieurs à 15 mètres) :

« Il convient cependant de noter les risques de nuisances lumineuses inhérents à ce type de solution, en site périurbain en particulier. »[394]

La grande voirie périurbaine prend place dans des espaces dénués de tout bâti qui serait susceptible de « couper » les flux émis en-dehors de la surface utile. Il ne s'agit donc pas de simples « risques », mais bien d'une contribution des plus importantes du point de vue quantitatif au halo d'agglomération et à son étalement, ainsi qu'à la perception très lointaine mais directe des sources lumineuses.

[394] AFE, 2002, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.



Image 48 Photographie de la rocade Est de Dijon.



Image 49 Photographie d'un diffuseur routier en périphérie de Dijon.

1.2.3 Une perception et des impacts dépendant du point de vue des observateurs

1.2.3.1 Deux regards

L'empreinte lumineuse d'une ville, ou de toute zone émettrice de lumière, peut être observée de différentes façons, selon que l'on se trouve proche ou non de la ville, selon l'altitude du lieu d'observation, ou selon que l'on perçoit directement ou non les sources de lumière. Le halo lumineux est parfaitement vu dès lors que l'observateur s'en extrait. Sitôt rentré dans le halo il ne peut véritablement le voir, de l'intérieur, dans toute son ampleur ; la vision directe des luminaires y donne même, par contraste, l'impression d'un ciel relativement sombre, tout comme certains recoins paraissent obscurs dans la ville nocturne, alors que la lumière artificielle y est présente en quantité relativement importante.

Un œil extérieur

En zone rurale reculée, à plusieurs dizaines de kilomètres des grandes agglomérations, les halos que celles-ci génèrent sont visibles comme un embrasement sur l'horizon. Si le ciel est dépourvu de toute nébulosité, les halos des différentes agglomérations verront leur intensité diminuer progressivement à mesure que l'œil s'élèvera sur l'horizon (images 50 et 51). Si le ciel est nuageux, la luminosité ambiante sera décuplée par réflexion sur la base des nuages et l'empreinte lumineuse se trouvera projetée sous les nuages.

Dans la visibilité de ces différents halos lointains, derrière l'horizon, le relief va jouer un rôle important par deux biais différents : l'effet de visibilité directe des sources lumineuses (le relief peut soit empêcher la vision directe des sources, voire du halo en lui-même, soit permettre cette visibilité à plusieurs dizaines de kilomètres de distance), et l'effet de la baisse de la turbidité de l'air liée à l'altitude de l'observateur (la concentration des aérosols baissant avec l'altitude, la diffusion de la lumière par ceux-ci diminue d'autant à mesure que l'on s'élève). La figure 39 nous donne ainsi l'exemple d'un observateur situé en altitude et de deux villes (Ville 1 et Ville 2), situées en contrebas de l'observateur. Ce dernier aura une vision directe de Ville 1 (vision directe des sources ponctuelles) mais, du fait de la moindre diffusion de la lumière avec l'altitude, il se trouvera au-dessus du halo (zone de forte diffusion) et la qualité du ciel restera pour lui relativement bonne (image 52). La vision de Ville 2 sera, elle, impossible du fait du masquage de la ville par le relief. Le halo de cette dernière ne sera perçu que dans sa partie haute, n'affectant pas excessivement la qualité du ciel nocturne.



Image 50 Photographie mettant en évidence les différents halos lumineux sur l'horizon.



Image 51 Le halo d'agglomération vu à 10 km du centre-ville dijonnais.

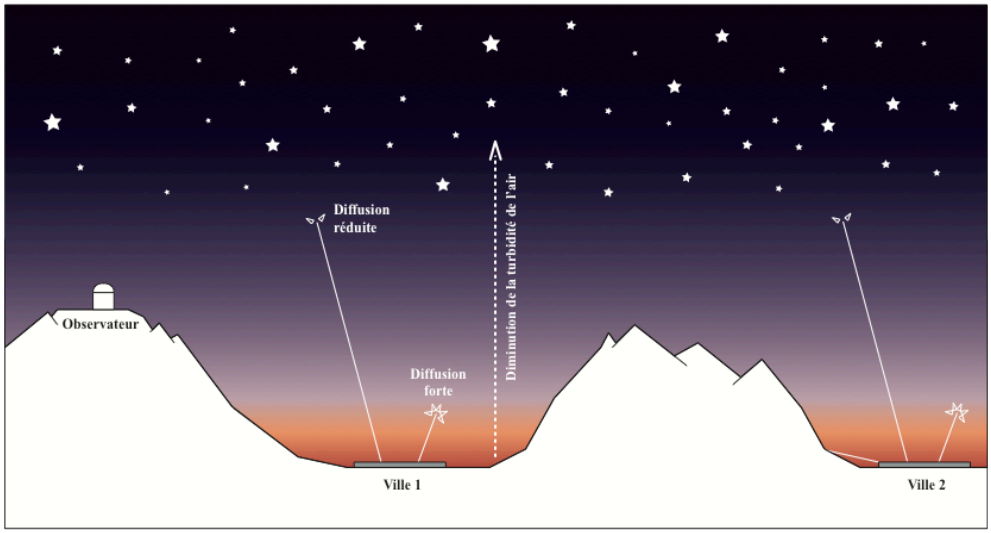


Figure 39 Les deux rôles principaux du relief dans la perception et l'intensité des halos lumineux. Schéma de l'auteur.



Image 52 Photographie réalisée depuis le Mont Beuvray (Parc Naturel Régional du Morvan). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Avant d'entrer dans le halo, l'observateur qui se rapproche d'une agglomération voit devant lui grandir le halo – en hauteur sur l'horizon aussi bien qu'en « largeur » – qui obstrue de plus en plus son champ de vision. Le caractère diffus du halo lumineux interdit que l'on puisse définir clairement sa limite géographique, même pour des conditions météorologiques données, sauf à considérer un seuil précis (on pourrait envisager de fixer un seuil en termes d'augmentation de la luminance du ciel, par exemple) ; ainsi, l'entrée de l'observateur dans le halo se fait progressivement.

Un œil immergé

Le halo lumineux, lorsqu'il n'est pas amplifié par une turbidité élevée de l'air, a la particularité de ne pas être visible par un œil immergé : contrairement à une nappe de brouillard, par exemple, qui atténuera les contrastes visuels, la lumière artificielle va augmenter ces contrastes et – la « dynamique » de l'œil humain étant limitée – certaines zones pourtant soumises à de la lumière artificielle, vont paraître relativement noires. Notre œil, fortement éclairé par des sources lumineuses de puissance importante, n'a pas besoin de « passer » en vision scotopique et reste en vision photopique, continuant ainsi d'avoir une sensibilité aux couleurs ; mais, en contre-partie, sa sensibilité aux faibles niveaux d'éclairements et aux faibles contrastes, propre à la vision scotopique, s'en trouve notablement réduite.

Si en apparence, donc, certaines zones semblent rester noires au cœur des zones éclairées, ce n'est que par contraste face au niveau d'éclairement ambiant ou à des points de haute luminosité. Des photographies en poses longues laissent ainsi apparaître une très grande luminosité même dans ces zones retranchées (image 53).

Bien entendu, il peut être opposé à ces photographies le fait que l'œil humain n'a pas la capacité d'accumuler la lumière (principe de la persistance et du « rafraichissement » du signal) et que, par conséquent, de telles photographies donnent à voir une image « déformée », amplifiée de la lumière. Nous répondrons que, dans toute mesure de pollution, l'outillage (technique, physique, chimique) va chercher des niveaux bien inférieurs à ceux pouvant être perçus par le seul organisme humain. Revient ensuite à l'expertise et au législateur de définir des seuils d'acceptabilité au regard des risques et, plus généralement, de toutes les formes de coûts engendrés.





Image 53 Absence de noir en milieu urbain, due à la diffusion de la lumière artificielle.
Photographies mettant en évidence l'absence de noir en milieu urbain suite à l'éclairement dû à la diffusion de la lumière artificielle. La photographie du haut montre l'étalonnage de la prise de vue pour correspondre à la vision normale d'un observateur : appareil Canon EOS 5D, objectif 70-200mm/2,8L à 200mm, balance des blancs type « lumière du jour », sensibilité 400 iso, diaphragme 5.6, temps d'obturation 3 secondes. Dans le carré, les photographies de la colonne de gauche ont été effectuées avec les caractéristiques techniques de la photographie étalon (objectif 28mm en haut à gauche, et 200mm en bas à gauche). Les photographies de la colonne de droite ont été effectuées à la même sensibilité, avec la même ouverture (diaphragme), mais avec un temps de pause de 5 minutes. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

1.2.3.2 Des impacts différenciés

La distinction que nous venons d'établir, dans la perception de la pollution lumineuse, entre l'œil extérieur et l'œil immergé – et donc entre deux échelles – introduit la notion d'impacts différenciés selon l'échelle considérée. Nous ne reprenons pas ici l'explication des différents impacts de la lumière artificielle, celle-ci faisant l'objet du dernier chapitre de la première partie de ce travail ; il s'agit plus ici de les « distribuer » selon, donc, l'échelle à laquelle ils se manifestent le plus.

Les impactés à échelle large

À échelle large, nous pouvons tout d'abord souligner l'impact de la lumière artificielle sur les activités des astronomes, amateurs et professionnels. Nous avons souligné que l'empreinte lumineuse des agglomérations s'étale, du fait de la périurbanisation et donc de l'étalement urbain. Pour l'astronome amateur, qui cherche pour ses activités les zones « en creux » de ces empreintes lumineuses, le fait le plus marquant est la diminution progressive des zones épargnées par la lumière artificielle. Le parc français d'éclairage public est conséquent (9 millions de points lumineux selon l'ADEME), et son augmentation de 30 %

ces dix dernières années correspond au développement des surface urbanisées ainsi qu'à l'équipement de zones rurales auparavant moins éclairées ; sur ce parc existant, les associations de défense du ciel et de l'environnement nocturnes estiment que de nombreux luminaires ont une déperdition de lumière dans l'hémisphère supérieur de l'ordre de 30 à 50 %. Les astronomes amateurs observent donc une inexorable réduction des zones sombres dans lesquelles ils peuvent exercer leur activité, et ce jusque dans le « rural profond » où le mitage par les éclairage patrimoniaux est sensible (la mise en lumière des églises à l'aide de projecteurs encastrés au sol a été massive, durant les années 1990 notamment). Pour l'astronomie professionnelle, les impacts paraissent moins sensibles du fait de la migration des grandes infrastructures d'observation dans l'hémisphère Sud. Pour autant, les quelques observatoires professionnels qui subsistent, ou les observatoires universitaires servant à la formation des jeunes chercheurs en astronomie et astrophysique (Observatoire de Besançon, de Genève, Observatoire de Haute-Provence, etc.) sont très affectés par la luminosité globale du ciel. Ce sont ainsi les mesures fines qui sont empêchées : que ce soit en astrométrie, photométrie ou spectrométrie, de nombreuses publications scientifiques font état de résultats contraints par la pollution lumineuse, par le manque de contraste entre le fond du ciel et les objets étudiées qui, eux, sont très faiblement lumineux.

Le deuxième type d'impact que nous soulignons, à petite échelle, est d'ordre écologique. Il s'agit des effets et impacts des halos d'agglomérations sur la faune, et notamment en termes de perturbations des grands couloirs de migrations aux échelles régionales, nationales et pupra-nationales. Comme nous l'avons explicité en première partie, de nombreuses espèces s'orientent naturellement (grâce à une « programmation » génétique), lors de leurs migrations nocturnes et donc en l'absence de visibilité des grands traits du relief, à l'aide du champ magnétique terrestre mais également à l'aide de la lumière naturelle provenant de la Lune et, en son absence, des étoiles. En présence de halos d'agglomérations et de grandes « lignes d'urbanisation » (urbanisation le long des littoraux, urbanisation suivant des grands axes, comme dans la vallée du Rhône et de la Saône), les espèces migratrices peuvent être désorientées et ainsi quitter leur route migratoire avant d'aller véritablement se perdre dans des zones qui ne leur sont pas propices. Par là, c'est une contribution majeure aux grands biotopes et à la trame verte à petite échelle qui est impactée.

Enfin, en dehors de ces deux types d'impacts, c'est le paysage nocturne dans son ensemble qui, à proximité des grandes zones d'urbanisation, se trouve transformé en un crépuscule permanent, impactant notre relation à ces paysages, même ruraux. La relation est ici ambigüe, car l'observation, depuis l'extérieure, des grandes zones d'urbanisation constitue également, de nuit, un paysage remarquable du fait de la lumière artificielle. De nombreuses personne aiment ainsi sortir de la ville ou s'élever au-dessus d'elle pour aller la regarder « vivre » au travers de ses lumières : le panorama nocturne sur Paris depuis la butte Montmartre est devenu un passage « obligé » du touriste voulant voir différents visages de la ville. C'est un fait, le panorama sur une ville constitue un élément fort du

paysage nocturne, mais nous soutenons ici qu'à échelle plus vaste, une fois la vision directe de la ville devenue impossible, le paysage nocturne se trouve dégradé par la vision des halos lumineux montant de l'horizon (image 54).



Image 54 Le paysage nocturne pour un photographe amateur.
Filé d'étoile dû à la rotation de la Terre, depuis le Mont Beuvray, dans le Parc Naturel Régional du Morvan. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Les impactés à échelle fine

Le premier impact que nous soulignerons à grande échelle consiste en l'intrusion de la lumière artificielle issue de l'éclairage public à l'intérieur des habitations. Cette lumière, dite « intrusive » (les anglo-saxons parlent ainsi de « *light trespass* »), est celle qui pourrait impacter la santé humaine, par le biais des processus – mis en avant dans la première partie – de la perturbation de certains rythmes circadiens ou nycthéméraux, notamment le rythme de sécretion de la mélatonine (hormone chronobiotique), et donc en compormettant la qualité du repos et du sommeil, au même titre que le bruit.

Les effets et impacts sur la faune locale et les petits écosystèmes sont également à mettre en avant à échelle fine. Les écologues nous montrent que la lumière artificielle, dans l'environnement nocturne, attire les espèce photophiles, repousse les espèces photophobes et, dans tous les cas, déplace l'équilibre entre le prédateur et la proie, déplace les temps et les espaces de la prédation, de la reproduction. La lumière artificielle, à échelle fine, modifie nombre de comportements de différentes populations, participant ainsi de leur déclin et donc à l'épuisement de certains maillons de la chaine alimentaire. Ces effets, observés dès l'échelle la plus fine – celle du luminaire –, concourent à impacter la biodiversité de la trame verte urbaine, ainsi qu'à l'appauvrissement de toute zone éclairée.

« Il en est ici comme de tous les autres arts : le modèle qui réussit le mieux en petit souvent ne peut s'exécuter en grand. »

Sur la conservation et le rétablissement des forêts,
Georges-Louis Leclerc, comte de Buffon

1.3 VERS UNE MODÉLISATION FINE ?

Les différentes échelles d'impacts mises en évidence ci-dessus poussent à développer des modélisations adaptées à chacune d'elle. Mais il est une échelle à laquelle la modélisation ne peut s'appuyer sur des relations empiriques de poids de population si le but est bien d'aller vers des indicateurs précis, quantifiés en des grandeurs physiques reconnues : l'échelle fine doit ainsi être celle de la modélisation fine. La modélisation très poussée et présentée en détails dans la partie 1.3.1.1, a été développée en 2006 et 2007 par Lozi dans un partenariat entre l'École Supérieure d'Optique et l'Association Française d'Astronomie (AFA).

1.3.1 Principes de modélisation et échelles d'application

1.3.1.1 Modélisation de la diffusion atmosphérique et de la source lumineuse

La modélisation qui suit a été effectuée en 2007 par Lozi[395] et publiée via le site Web de l'Association Française d'Astronomie. Les équations (13) à (50) proviennent de ce modèle dont les différents paramètres sont :

d : distance de la source à l'observateur (km) ;
h : hauteur de la couche d'atmosphère étudiée (km, origine au niveau de la mer) ;
dh : hauteur élémentaire de la couche d'atmosphère étudiée ;
θ' : angle entre l'horizon et le rayon provenant de la zone polluante qui intercepte l'élément de la couche d'atmosphère étudiée (de 0° à 180°) ;
θ : angle entre le rayon provenant de la ville qui intercepte l'élément de la couche d'atmosphère étudiée et le rayon provenant de cette même couche qui va vers l'observateur (de 0° à 180°) ;
$\beta(h)$: coefficient de diffusion d'un certain type de particule (molécule ou aérosol) ; unité

[395] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

inverse du kilomètre (km^{-1}) ;
P(θ) : fonction de phase de la particule (molécule ou aérosol), rapport entre son intensité et celle qu'elle aurait si elle diffusait uniformément dans l'espace ; sans unité ;
E(h) : éclairement reçu par l'élément de la couche d'atmosphère étudiée ;
dL(h) : luminance engendrée par l'éclairement de l'élément de cette couche d'atmosphère ;
I(φ) : fonction de répartition d'intensité d'une lampe ; l'angle φ étant l'angle d'émission par rapport au nadir ; unité : cd ;
F_{tot} : flux total d'une lampe, en lm ;
ρ_0 : albédo moyen du sol, compris théoriquement entre 0 et 1 ;
I(θ') : intensité totale de la source dans une direction donnée, en cd ;
z : distance au sol entre la zone polluante et l'observateur, en m.

Modélisation de l'atmosphère

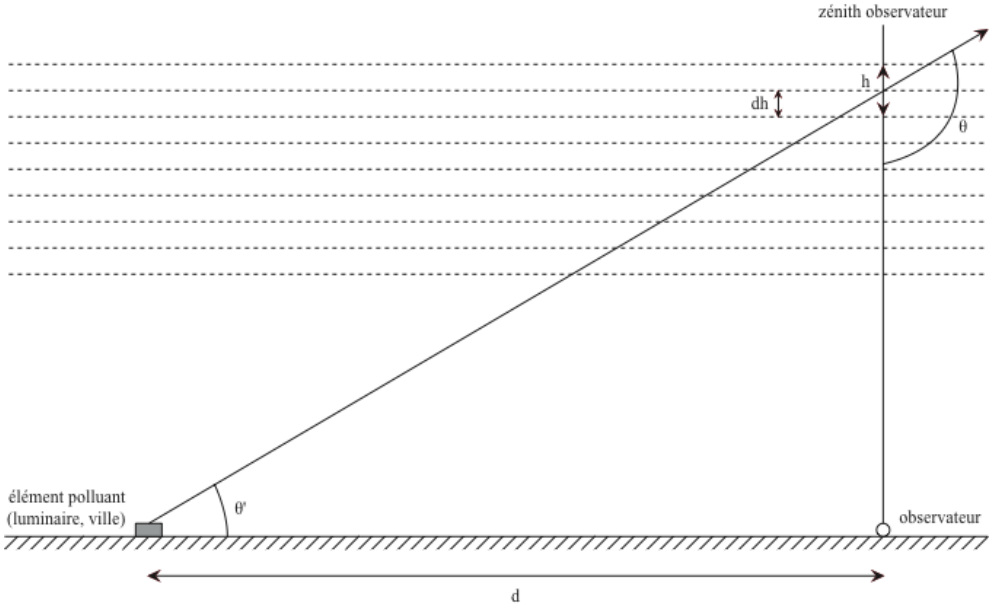


Figure 40 Géométrie générale de la modélisation de la luminance du fond de ciel au zénith
D'après Lozi[396].

Calculer en un point la luminance du fond du ciel nocturne dans une direction donnée nécessite auparavant une modélisation de l'atmosphère, et notamment des deux fonctions de diffusion qui entrent en jeu dans la formation d'un halo : la diffusion des molécules et celle des aérosols. Ces modèles peuvent être trouvés chez McCartney[397] et Smith *et al.*[398].

Pour les molécules, leur coefficient de diffusion dans la longueur d'onde 550 nm, au niveau de la mer est :

[396] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.
[397] MCCARTNEY E.J., 1976, *Optics of the Atmosphere*, New York, Wiley.
[398] SMITH F.G. ACCETTA J.S. et SHUMAKER D.L., 1993, *The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook, Atmospheric propagation of radiation, Volume 2*, Ann Arbor, Infrared Information Analysis Center.

$$\beta_{mol,550nm}(h=0) \approx 10^{-2} km^{-1} \quad (13)$$

Pour une hauteur d'atmosphère h différente de zéro, le coefficient de diffusion des molécules sera :

$$\beta_{mol}(h) = \beta_{mol}(0)\exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \quad (14)$$

où : $h_{mol} \approx 8km$

Si l'on considère que le modèle de Rayleigh s'applique à la diffusion des molécules, on a la fonction de phase suivante :

$$P_{mol}(\theta) = \frac{3}{4}\left(1+\cos^2(\theta)\right) \quad (15)$$

Concernant la diffusion des aérosols, avec une visibilité de 23 km, la loi de Koschmieder[399] s'applique de la façon suivante :

$$\beta_{aéro,550nm}(h=0) \cong \gamma_{aéro,550nm}(h=0) = \frac{3{,}91}{23km} = 0{,}17km^{-1} \quad (16)$$

Pour une hauteur d'atmosphère h différente de zéro, le coefficient de diffusion des aérosols sera :

$$\beta_{aéro}(h) = \beta_{aéro}(0)\exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \quad (17)$$

avec : $h_{aéro} \approx 0{,}8km$ (0,5 à 1 km)

La diffusion des aérosols s'effectuant de manière anisotrope il faut, pour leur modélisation, appliquer le modèle d'Henvey-Greenstein :

$$P_{H-G}(\theta,g) = \frac{1-g^2}{\left(1+g^2-2g\cos(\theta)\right)^{3/2}} \quad \text{avec} \quad g \in]0,1[\quad (18)$$

Néanmoins, cette fonction ne modélisant pas complètement la phase (effet de rétrodiffusion des aérosols), la fonction de phase suivante est retenue par Lozi :

$$P_{aéro}(\theta) = \frac{10}{11}\left(P_{H-G}(\theta,0.8) + \frac{1}{10}P_{H-G}(\theta,-0.8)\right) \quad (19)$$

Pour sa modélisation proprement dite, Lozi se place dans le cas d'une source lumineuse ponctuelle afin de déterminer la luminance du ciel au zénith. Ainsi, pour chaque tranche dh d'atmosphère au zénith de l'observateur, on a :

$$dL_{mol}(h) = \beta_{mol}(h)\frac{P_{mol}(\theta)E(h)}{4\pi}dh \quad (20)$$

$$\text{et } dL_{aéro}(h) = \beta_{aéro}(h)\frac{P_{aéro}(\theta)E(h)}{4\pi}dh \quad (21)$$

Sachant que θ est fonction de l'altitude h de la couche d'atmosphère étudiée, on a :

$$\cos(\theta) = -\frac{h}{\sqrt{d^2+h^2}} \quad (22)$$

[399] MIDDLETONW., 1952, *Vision through the atmosphere*, University of Toronto Press, 1952.

Pour calculer l'éclairement E(h) reçu par la couche d'atmosphère étudiée, Lozi modélise la répartition d'éclairement de la source via l'intensité de celle-ci. Son modèle est un modèle simplifié qui ne prend en compte comme zone polluante qu'un lampadaire.

Modélisation du lampadaire

La figure 41 schématise un lampadaire tel que modélisé par Lozi :

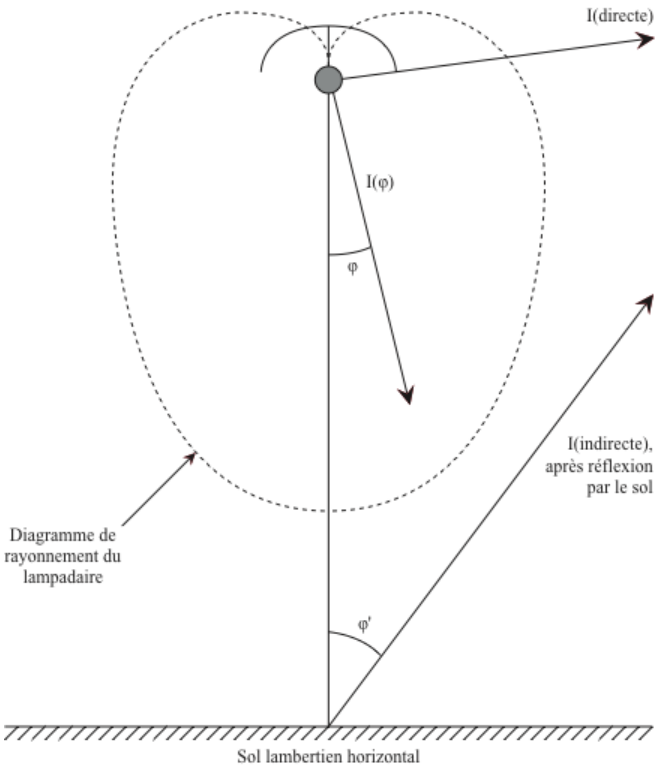


Figure 41 Géométrie du lampadaire modélisé par Lozi. D'après Lozi[400].

Pour cette source de lumière, le rayonnement angulaire est paramétré par l'équation 23 :

$$I(\varphi) = I_0 \left| \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) \right|^n \quad (23)$$

avec, typiquement, $n \approx 4$

Ce paramètre n est ajustable en fonction du modèle du lampadaire, selon son rayonnement au-dessus de l'horizon. Plus n est grand, plus le lampadaire est de type « baffle ». Pour un lampadaire boule, on a n = 0. Le flux total de la lampe (en Lumens, donné par les constructeurs) est donné par la relation 24 :

$$F_{tot} = \int_0^{\pi} 2\pi I(\varphi) \sin(\varphi) d\varphi \quad (24)$$

Calcul de l'intensité lumineuse de la source polluante :

[400] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

$$I_0 = \frac{n+2}{8\pi} F_{tot} \quad (25)$$

Proportion du flux directement émis au-dessus de l'horizontale :

$$F_1 = \frac{F_{tot}}{2^{\frac{n}{2}+1}} \quad (26)$$

$$\text{ainsi avec n = 4, } \frac{F_1}{F_{tot}} = 12{,}5\%$$

$$\text{et avec n = 0 (lampadaire type boule), } \frac{F_1}{F_{tot}} = 50\%$$

De même, on a pour le flux lumineux directement émis vers le bas :

$$F_2 = F_{tot}\left(1 - \frac{1}{2^{\frac{n}{2}+1}}\right) \quad (27)$$

Pour le calcul de l'intensité lumineuse renvoyée par le sol, Lozi considère ce dernier comme un diffuseur lambertien (diffusion diffuse, de façon uniforme dans tout l'espace) :

$$\rho(\varphi') = \rho_0 \text{ , soit } \rho(\theta') = \rho_0 \quad (28)$$

$$\text{d'où } I_{sol}(\theta') = \rho_0 \frac{F_2}{\pi} \sin(\theta') \quad (29)$$

$$\text{et donc : } I_{sol}(\theta') = \rho_0 \frac{F_{tot}}{\pi}\left(1 - \frac{1}{2^{\frac{n}{2}+1}}\right)\sin(\theta') \quad (30)$$

L'intensité globale de la zone polluante est la sommation du rayonnement direct émis par le lampadaire et du rayonnement provenant de la diffusion lambertienne du sol d'albédo ρ_0 :

$$I(\theta') = \frac{F_{tot}}{4\pi 2^{\frac{n}{2}}}\left[\left(\frac{n}{2}+1\right)\left(1-\sin(\theta')\right)^{n/2} + 2\rho_0\left(2^{\frac{n}{2}+1}-1\right)\sin(\theta')\right] \quad (31)$$

$$\text{avec, ici, } \sin(\theta') = -\cos(\theta) = \frac{h}{\sqrt{d^2+h^2}} \quad (32)$$

Lozi calcule ensuite l'éclairement d'un élément de la couche d'atmosphère à la verticale de l'observateur, pour une altitude h donnée (le coefficient 10^{-6} est dû aux distances exprimées en kilomètres, et non en mètres) :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta')\times 10^{-6}}{d^2+h^2}\exp\left(-\frac{\sqrt{d^2+h^2}}{h}\left[\begin{array}{l}\beta_{mol}(0)h_{mol}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ +\beta_{aéro}(0)h_{aéro}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right]\end{array}\right]\right) \quad (33)$$

$$\text{Donc pour h=0 : } E(0,d) = \frac{I(\theta')\times 10^{-6}}{d^2}\exp\left(-d\left[\beta_{mol}(0)+\beta_{aéro}(0)\right]\right) \quad (34)$$

Par suite de la diffusion de la pollution lumineuse, la tranche *dh* d'altitude h diffuse vers l'observateur avec une luminance élémentaire :

$$dL_{pollution}(h,d) = \left(\beta_{mol}(h)P_{mol}(h,d) + \beta_{aéro}(h,d)\right)\frac{E(h,d)}{4\pi}dh \quad (35)$$

La transmission atmosphérique sur le parcours réduisant la luminance au niveau de l'observateur, celle-ci devient :

$$dL'_{pollution,obs}(h,d) = dL_{pollution}(h,d)\exp\begin{pmatrix} -\beta_{mol}(0)h_{mol}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ -\beta_{aéro}(0)h_{aéro}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right] \end{pmatrix} \quad (36)$$

Au final, la luminance apparente du ciel au zénith de l'observateur, par suite de la diffusion, est :

$$L_{pollution}(d) = \int_0^\infty dL'_{pollution,obs}(h,d) \quad (37)$$

d'où, en faisant une somme sur les h :

$$L_{pollution}(d) = \frac{\Delta h}{2}\left(dL\left(h(1),d\right) - dL\left(h(N),d\right) + 2\sum_{i=2}^{N} dL\left(h(i),d\right)\right) \quad (38)$$

$$\text{sachant que } \Delta h = \frac{h(N)}{N-1} \quad (39)$$

Lozi étend ensuite son modèle au calcul de la luminance du ciel dans une direction quelconque d'observation (non plus spécifiquement au zénith) dans le plan vertical comprenant la ville et l'observateur, avec α l'angle entre la direction d'observation et le plan horizontal, comme montré sur la figure 42.

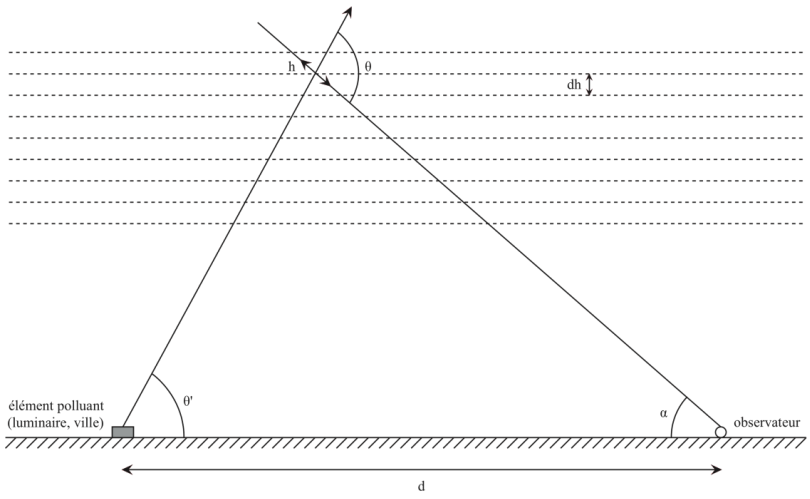


Figure 42 Modélisation de la luminance du fond de ciel (1).
Géométrie générale de la modélisation de la luminance du fond de ciel dans une direction quelconque dans le plan vertical contenant l'élément polluant et l'observateur. D'après Lozi[401].

[401] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

Il faut donc calculer à nouveau sin(θ'). Lozi montre que :

$$\sin(\theta') = \left(1 + \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{\tan(\alpha)}\right)^2\right)^{-1/2} \quad (40)$$

L'intensité de la source polluante reste la même que précédemment :

$$I(\theta') = \frac{F_{tot}}{4\pi 2^{\frac{n}{2}}}\left[\left(\frac{n}{2}+1\right)\left(1-\sin(\theta')\right)^{n/2} + 2\rho_0\left(2^{\frac{n}{2}+1}-1\right)\sin(\theta')\right] \quad (41)$$

Par suite, Lozi obtient donc, pour l'éclairement des couches successives de l'atmosphère :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta')\times 10^{-6}\sin^2(\theta')}{h^2}\exp\left(-\frac{1}{\sin(\theta')}\begin{bmatrix}\beta_{mol}(0)h_{mol}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ +\beta_{aéro}(0)h_{aéro}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right]\end{bmatrix}\right) \quad (42)$$

Et pour les fonctions de phase :

$$\cos(\theta) = \sin(\alpha)\sin(\theta')\left(\frac{1}{\tan(\alpha)}\frac{d}{h} - \frac{1}{\tan^2(\alpha)} - 1\right) \quad (43)$$

Ainsi, la luminance d'une couche d'atmosphère dans la direction observée sera :

$$\frac{dL_{pollution,obs}(h,d)}{dh} = \frac{dL_{pollution}(h,d)}{dh}\exp\left(-\frac{1}{\sin(\alpha)}\begin{bmatrix}\beta_{mol}(0)h_{mol}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ +\beta_{aéro}(0)h_{aéro}\left[1-\exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right]\end{bmatrix}\right) \quad (44)$$

d'où une luminance résultante, en faisant une somme sur les h :

$$L_{pollution}(d) = \int_0^\infty dL_{pollution,obs}(h,d) = \frac{\Delta h}{2}\left(dL\left(h(1),d\right) - dL\left(h(N),d\right) + 2\sum_{i=2}^{N} dL\left(h(i),d\right)\right) \quad (45)$$

sachant que l'équation 39 reste vraie : $\Delta h = \frac{h(N)}{N-1}$

Enfin, Lozi étend une seconde fois son modèle au calcul de la luminance du ciel dans une direction quelconque d'observation d'angle d'azimut β et d'élévation α, avec une source polluante d'azimut β_{source} et de distance d, comme montré sur la figure 43.

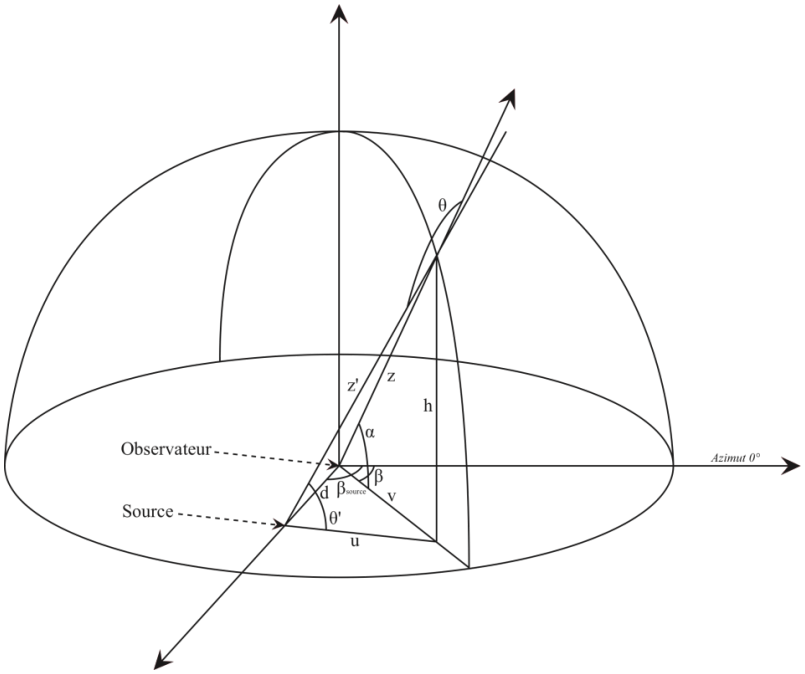


Figure 43 Modélisation de la luminance du fond de ciel (2).
Géométrie du modèle dans le cas d'une direction quelconque d'observation, d'angle d'azimut β et d'angle d'élévation α, et d'une source d'azimut β_{source}. D'après Lozi[402].

Lozi montre, pour cette configuration, que :

$$\sin(\theta') = \left(1 + \frac{1}{\tan^2(\alpha)} - 2\frac{d}{h}\frac{\cos(\beta - \beta_{source})}{\tan(\alpha)} + \frac{d^2}{h^2}\right)^{-1/2} \quad (46)$$

L'éclairement d'une couche d'atmosphère d'altitude h, à une distance d est alors :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta') \times 10^{-6} \sin^2(\theta')}{h^2} \exp\left(-\frac{1}{\sin(\theta')}\left[\begin{array}{l}\beta_{mol}(0) h_{mol}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ +\beta_{aéro}(0) h_{aéro}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right]\end{array}\right]\right) \quad (47)$$

Et pour les fonctions de phase :

$$\cos(\theta) = -\frac{\sin(\alpha)\sin(\theta')}{2}\left(\frac{1}{\sin^2(\alpha)} + \frac{1}{\sin^2(\theta')} - \frac{d^2}{h^2}\right) \quad (48)$$

Ainsi, la luminance d'une couche d'atmosphère dans la direction observée sera :

$$\frac{dL_{pollution,obs}(h,d)}{dh} = \frac{dL_{pollution}(h,d)}{dh} \exp\left(-\frac{1}{\sin(\alpha)}\left[\begin{array}{l}\beta_{mol}(0) h_{mol}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right)\right] \\ +\beta_{aéro}(0) h_{aéro}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right)\right]\end{array}\right]\right) \quad (49)$$

[402] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

d'où une luminance résultante, en faisant une somme sur les h :

$$L_{pollution}(d) = \int_0^{\infty} dL_{pollution,obs}(h,d) = \frac{\Delta h}{2}\left(dL\left(h(1),d\right) - dL\left(h(N),d\right) + 2\sum_{i=2}^{N} dL\left(h(i),d\right)\right) \quad (50)$$

sachant que l'équation 39 reste vraie : $\Delta h = \frac{h(N)}{N-1}$

1.3.1.2 Quelle applicabilité aux différentes échelles ?

Une application directe : les études d'impacts d'échelle fine

La modélisation de Lozi[403] pourrait trouver une application directe, celle d'une étude d'impacts prospective à l'échelle d'un bourg, d'une petite agglomération, ou bien encore d'une portion d'espace relativement restreinte à l'intérieur de celle-ci. Il s'agirait ici de prédire des niveaux lumineux afin, par exemple, d'anticiper les effets sur la santé ou sur les corridors écologiques intra-urbains de l'implantation de nouveaux points lumineux, ou le changement de luminaires anciens par des luminaires aux photométries plus performantes. Mais comme dans tout modèle, rien ne sert de produire une information d'une précision extrême pour un des paramètres si les informations avec lesquelles il est recoupé ne sont pas produites avec le même niveau de précision, pouvant donc ainsi participer d'une analyse cohérente. Le modèle de Lozi devrait ainsi être intégré à un Système d'Information Géographique (SIG) regroupant plusieurs couches d'informations très précises, comme la nature des sols environnants, la hauteur du bâti, la distribution de la population dans celui-ci, ses ouvertures (impacts sanitaires), un recensement fin des espèces animales et végétales, etc.

L'application à une agglomération ?

Le modèle développé par Lozi est basé, comme nous l'avons vu, sur une source ponctuelle de pollution – un luminaire. Afin de modéliser la pollution générée sur le ciel en un point par une ville il suffit en théorie de calculer la pollution générée par chacun des luminaires de cette ville et d'effectuer une sommation des résultats. Néanmoins cela reste difficilement applicable pour deux raisons principales, l'une d'ordre de capacité informatique de calcul, l'ordre d'ordre informationnel quant aux sources lumineuses elles-mêmes.

Concernant la première contrainte – la contrainte informatique de temps de calcul – prenons l'exemple du calcul global pour l'agglomération dijonnaise, qui représente environ 35 000 points lumineux. En considérant un temps de calcul (sans calcul d'affichage graphique) de 10 secondes par point lumineux (temps nécessaire sous environnement Matlab® et ordinateur Apple® MacPro® quadri cœur cadencé à 2,93 GHz), le temps nécessaire pour boucler sur 35 000 points serait de l'ordre de quatre jours sur un ordinateur personnel. Une solution pour réduire ce temps de calcul serait de faire tourner le modèle sur une « ferme de calcul » (ou « grappe de serveurs », c'est-à-dire le procédé

[403] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

consistant dans la mise en réseau de plusieurs ordinateurs, qui vont apparaître comme un seul ordinateur ayant plus de capacités, moins coûteux à puissance équivalente qu'un serveur multiprocesseur) afin de faciliter la montée en charge et d'en permettre une meilleure répartition sur les processeurs. Pour un affichage cartographique, il faut réitérer ces calculs pour différents points de l'espace suivant un maillage plus ou moins dense, ce qui entraine inéluctablement une augmentation, là encore importante, des temps de calcul.

La deuxième contrainte – informationnelle – est due aux difficultés, pour cause de secret commercial, de récupérer les couches d'informations géoréférencées (quand elles existent) donnant l'implantation des luminaires et leurs caractéristiques photométriques permettant de « faire tourner » le modèle. En effet, l'accès à ces données est souvent soumis à des clauses de confidentialité signées entre les services techniques des villes ou les syndicats intercommunaux d'éclairage ou d'énergies, et les industriels ayant acquis le marché d'une commune ou d'un secteur donné. Néanmoins, un partenariat avec un syndicat d'énergies est envisageable afin d'avoir accès aux seules données techniques nécessaires (coordonnées des points lumineux, type de lanterne, hauteur de feu, inclinaison, intensité de la source, flux lumineux), sans aucune information quant au fournisseur. Un tel partenariat est actuellement à l'étude entre le laboratoire ThéMA Dijon et le Syndicat mixte d'Energies, d'Equipement et de e-Communication du Jura (SIDEC) afin de modéliser l'empreinte lumineuse sur le nocturne et d'en étudier les différents impacts ; cette modélisation viendrait appuyer une campagne de mesures visuelles effectuée durant l'été 2010.

L'application à l'échelle régionale par le calcul de densités de luminaires

Appliquer tel quel le modèle de Lozi (d'un grand niveau de détail) pour cartographier l'empreinte lumineuse à l'échelle d'une région ou d'un département entier n'aurait pas grand sens et serait techniquement complexe. Mais une solution possible pour le passage à ces échelles serait de croiser la méthodologie de Lozi[404] avec celle que nous avons employée sur la Bourgogne pour distribuer la population communale dans les différentes zones bâties. Ainsi, il est envisageable de partir de données d'occupation du sol (type CLC 2000) et d'y affecter non plus un poids de population, mais un poids de luminaires, ceux-ci étant affectés de caractéristiques techniques moyennes par commune (données disponibles auprès des services techniques et syndicats d'énergies). Cette solution semble constituer un bon compromis entre puissance de calcul appelée, disponibilité de l'information à ces échelles, cohérence entre échelle d'étude et niveau de détails des données entrantes et des données disponibles du point de vue environnemental (inventaires de biotopes, zones protégées, relief, etc.).

[404] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

1.3.2 Visualisation des facteurs de variation du halo

À partir du modèle de Lozi[405], une programmation sous environnement Matlab® permet de représenter graphiquement, pour un point d'observation donné, les différents facteurs qui interviennent dans la variation d'intensité d'un halo autour d'une source lumineuse (cf. 1.1.1). Cette représentation graphique (figure 44) est hémisphérique, couvrant l'ensemble du ciel : en abscisses sont reportées les directions cardinales (azimuts, de 0° – direction Nord – à 360°), et en ordonnées les différentes élévations (angles de hauteur sur l'horizon : de 0° pour l'horizon, à 90° pour le zénith).
La lecture de ces graphiques doit donc se faire avec prudence, suite à cette représentation plane d'un hémisphère d'une part, mais également au niveau de l'échelle colorimétrique. En effet, afin de mieux distribuer les valeurs de luminance dans l'espace colorimétrique, une échelle logarithmique a été appliquée. Une valeur de -5 affichée correspondra à une luminance de 1.10^{-5} cd/m². Nous rappelons qu'un ciel exceptionnellement sombre a une luminance zénithale de $2{,}1.10^{-4}$ cd/m², et qu'un ciel de bonne qualité a une luminance zénithale de 4.10^{-4} cd/m²[406]. Les « cartographies » données ici représentent donc des variations très faibles dans la luminance du ciel en fonction de la direction d'observation car étant calculées par rapport à une source unique dans chacun des cas (un seul luminaire). Il convient donc, pour le lecteur, de ne pas se laisser abuser par la représentation colorimétrique utilisée, celle-ci ayant été choisie dans un but de discrimination visuelle maximale des valeurs.

1.3.2.1 Les paramètres extérieurs au luminaire

Distance à la source

Le seul facteur sur lequel l'observateur peut jouer, en dehors de tout changement des paramètres techniques du luminaire, est sa position par rapport à la source de pollution, et plus spécifiquement la distance qui le sépare de celle-ci. La figure 44, donne les luminances pour six distances à la source différentes (1 km, 3 km, 5 km, 7 km, 9 km et 11 km). On peut observer que la décroissance des niveaux de pollution n'est pas linéaire avec la distance : la luminance du ciel fluctue d'autant plus vite que la variation de distance se fait proche de la source. Cette non linéarité nous a poussé à représenter cette décroissance dans les 2,5 premiers kilomètres afin de l'observer plus finement (figure 45 : luminances du ciel pour une distance à la source de, respectivement, 0,1 km, 0,5 km, 1 km, 1,5 km, 2 km et 2,5 km).

[405] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.
[406] CINZANO P., 1999, « Measuring Sky Brightness of Europe », *IDA Newsletter*, n° 39, p. 10.



Image 55 Halo lumineux généré par une agglomération, selon la distance.
Photographies centrées sur le halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise (environ 35 000 points lumineux). Ciel dégagé, humidité relative d'environ 30%. Distances au bord de l'agglomération : respectivement 50, 20, 10 et 0 km. Données techniques : cf. image 56. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

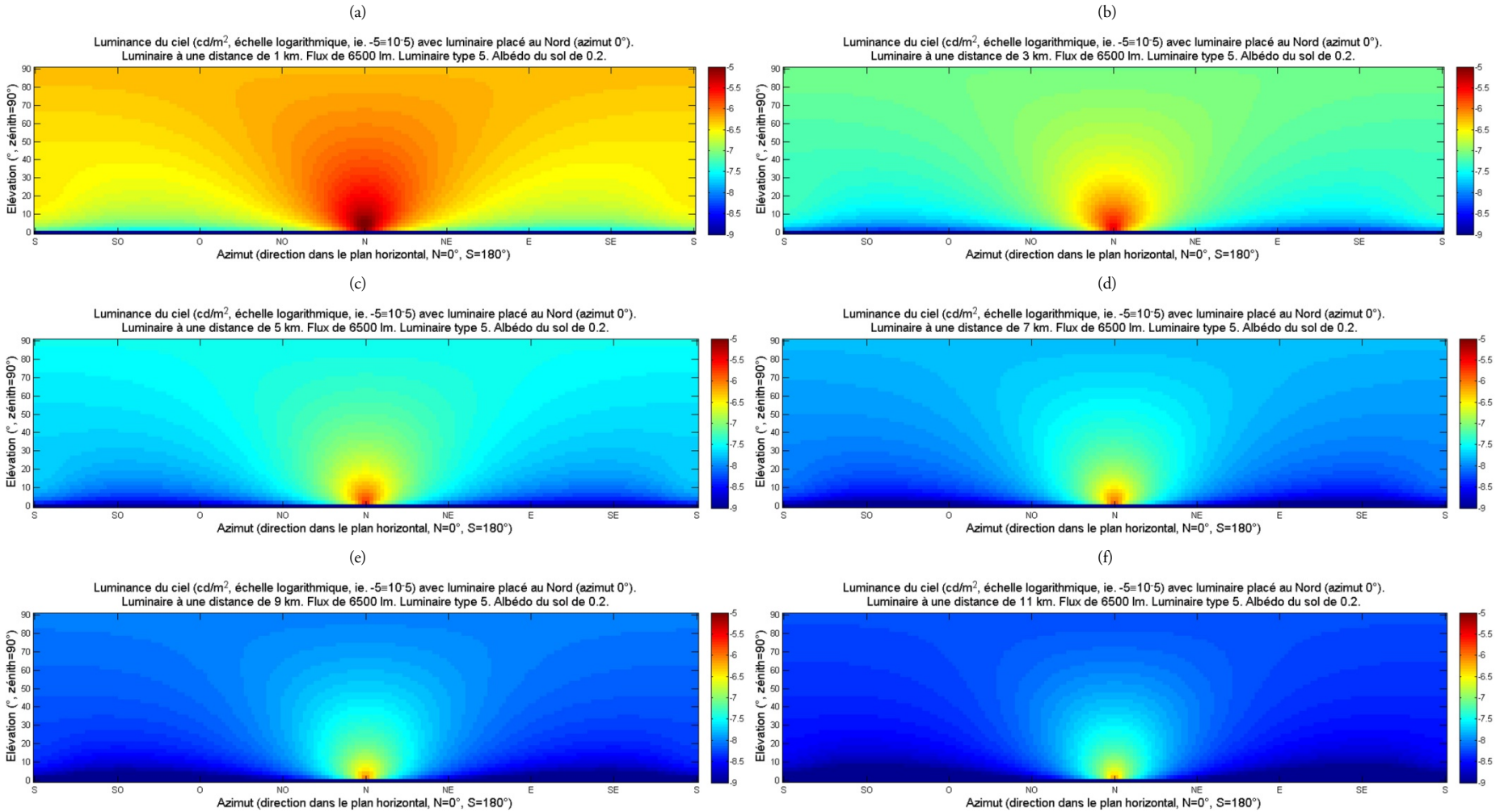


Figure 44 Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de la distance à la source (1). Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

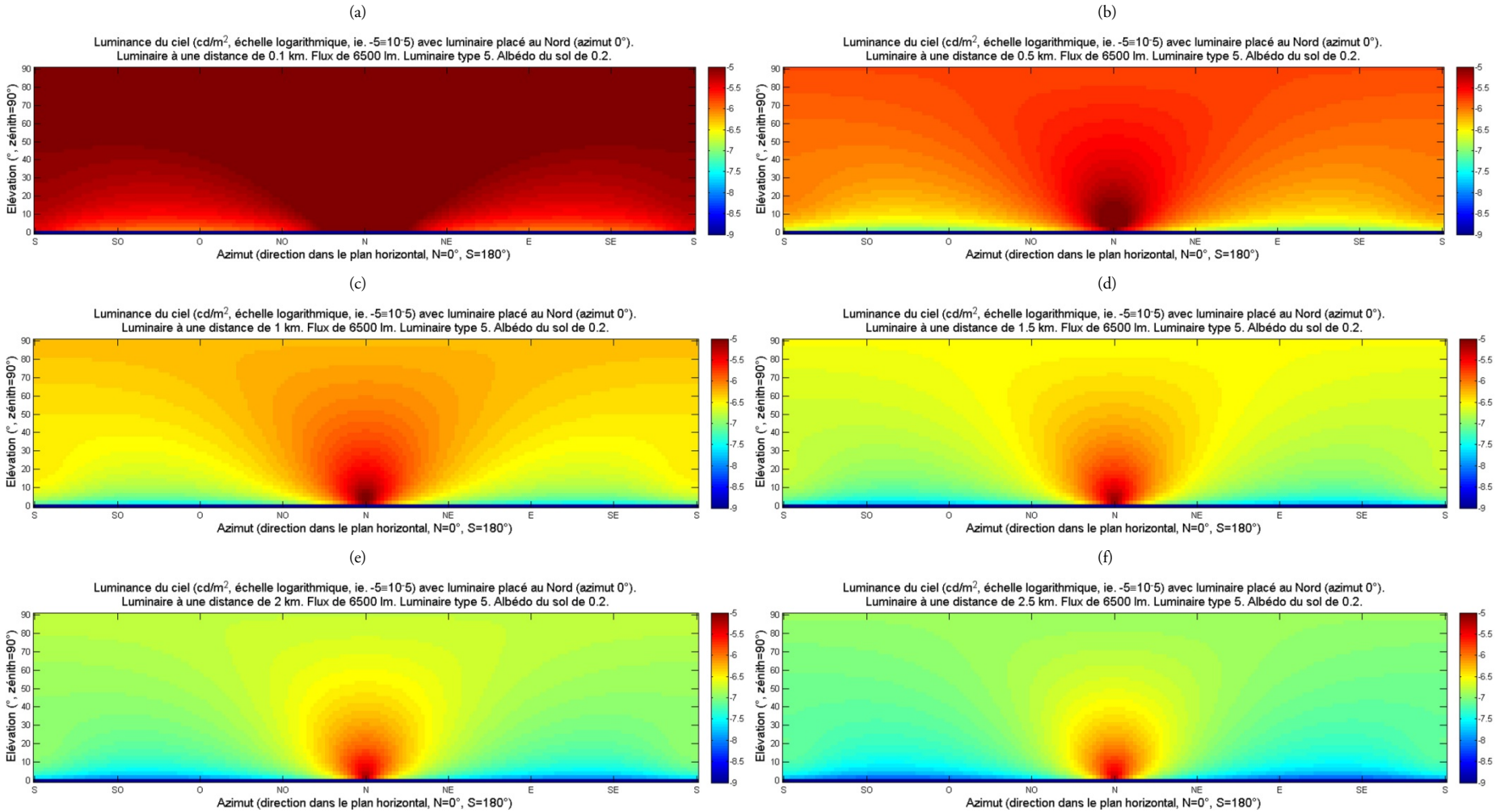
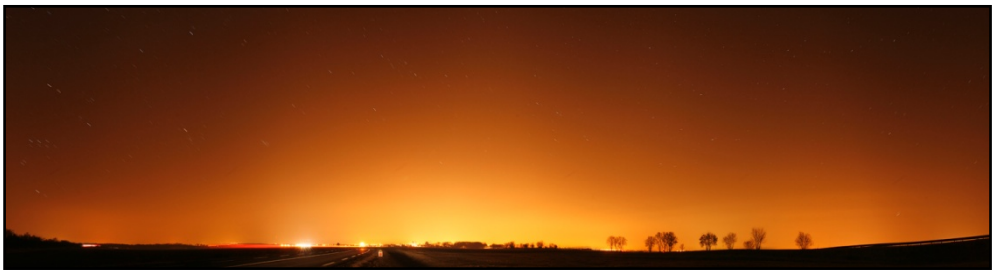


Figure 45 Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de la distance à la source (2).
Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

Albédo du sol

Comme vu au paragraphe 1.1.2.3, l'albédo des surfaces éclairées joue un rôle non négligeable dans l'intensité du halo et donc dans la luminance résultante du ciel. La figure 46 montre, pour différentes valeurs d'albédo (de 0 à 1, par incrémentation de 0,2), les luminances résultantes du ciel. Il est à noter que les « cartographies » pour les valeurs 0 (surface totalement noire, aucune réflexion) et 1 (réflexion totale, sans perte d'intensité lumineuse au passage du rayonnement incident au rayonnement réfléchi) données à titre indicatif, sont purement théoriques et ne sont jamais rencontrées dans la réalité. Rappelons également qu'une surface artificialisée (revêtement routier) a un albédo généralement compris entre 0,1 et 0,2, et qu'un sol recouvert d'une couche de neige fraîche a un albédo d'environ 0,8.

(a)



(b)



Image 56 Halo lumineux sous ciel dégagé, et après chute de neige.
Photographies du halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise (environ 35 000 points lumineux) depuis le même point de vue, à une distance de 10 km du bord de l'agglomération. **Image a** : ciel dégagé. **Image b** : photographie juste après une chute de neige. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

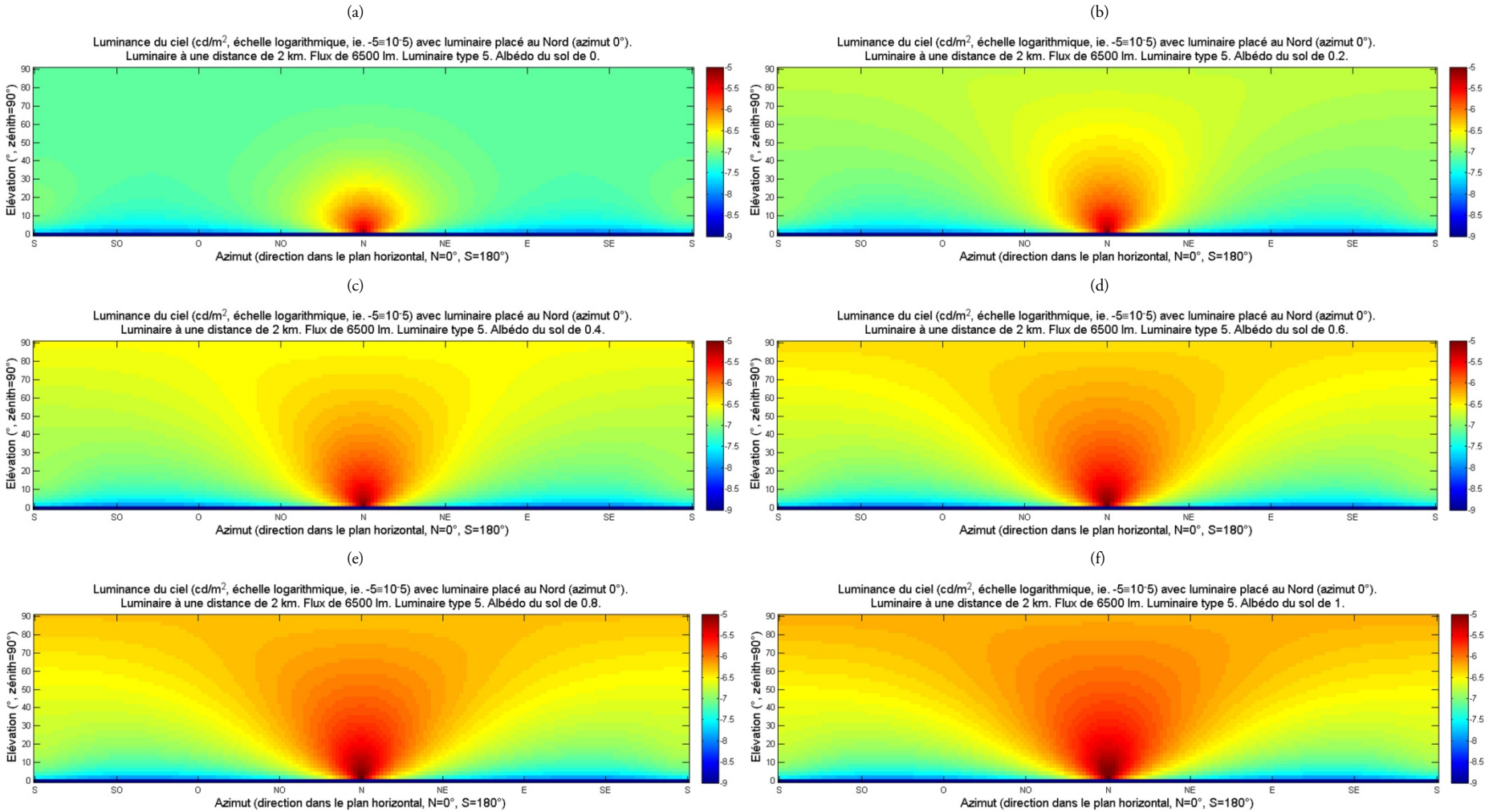


Figure 46 Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de l'albédo du sol.
Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007)

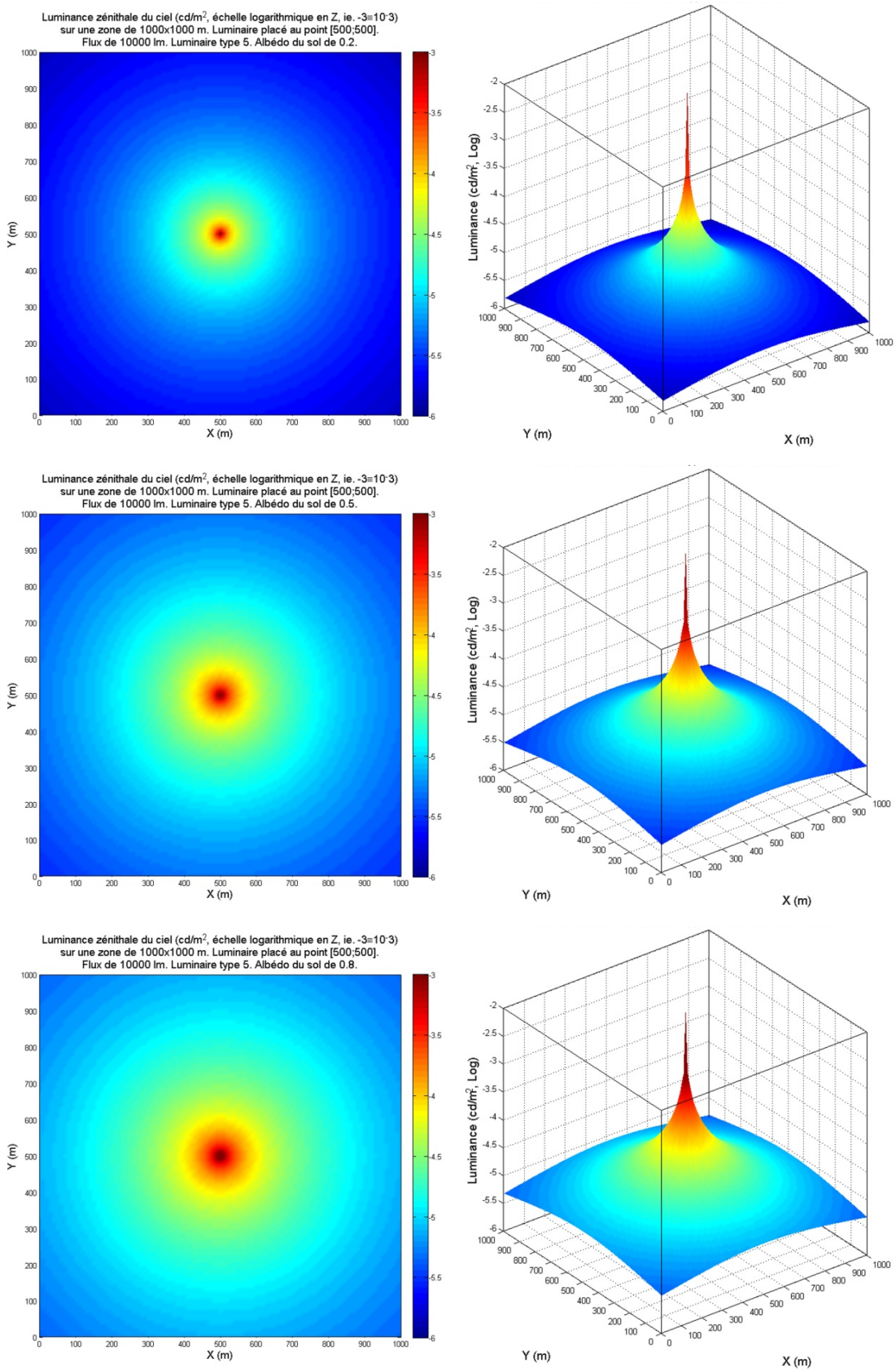


Figure 47 « Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction de l'albédo du sol. Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

1.3.2.2 Les paramètres du luminaire, techniquement ajustables

Le flux lumineux de la source

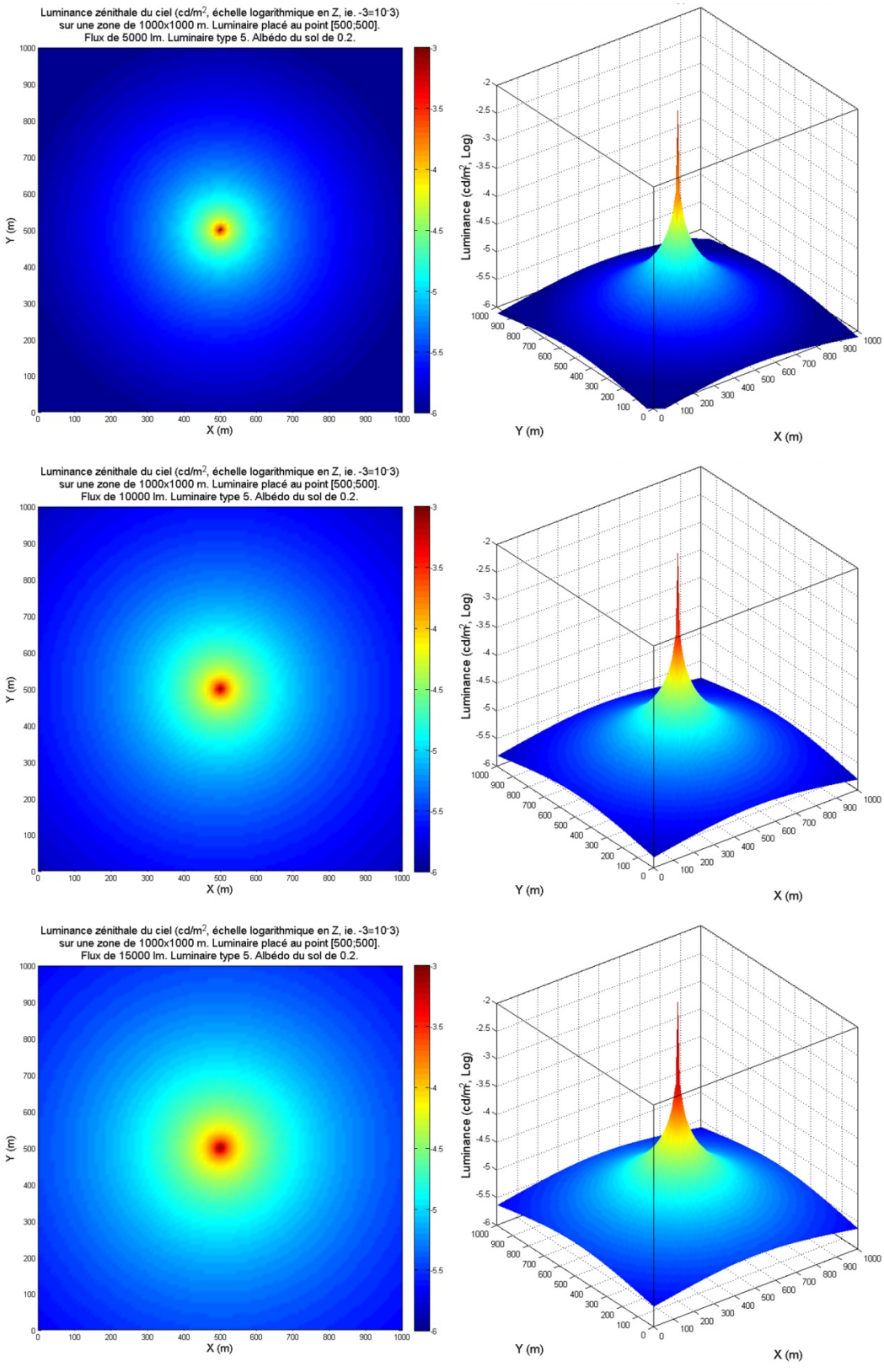


Figure 48 « Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction du flux de la source. Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007)

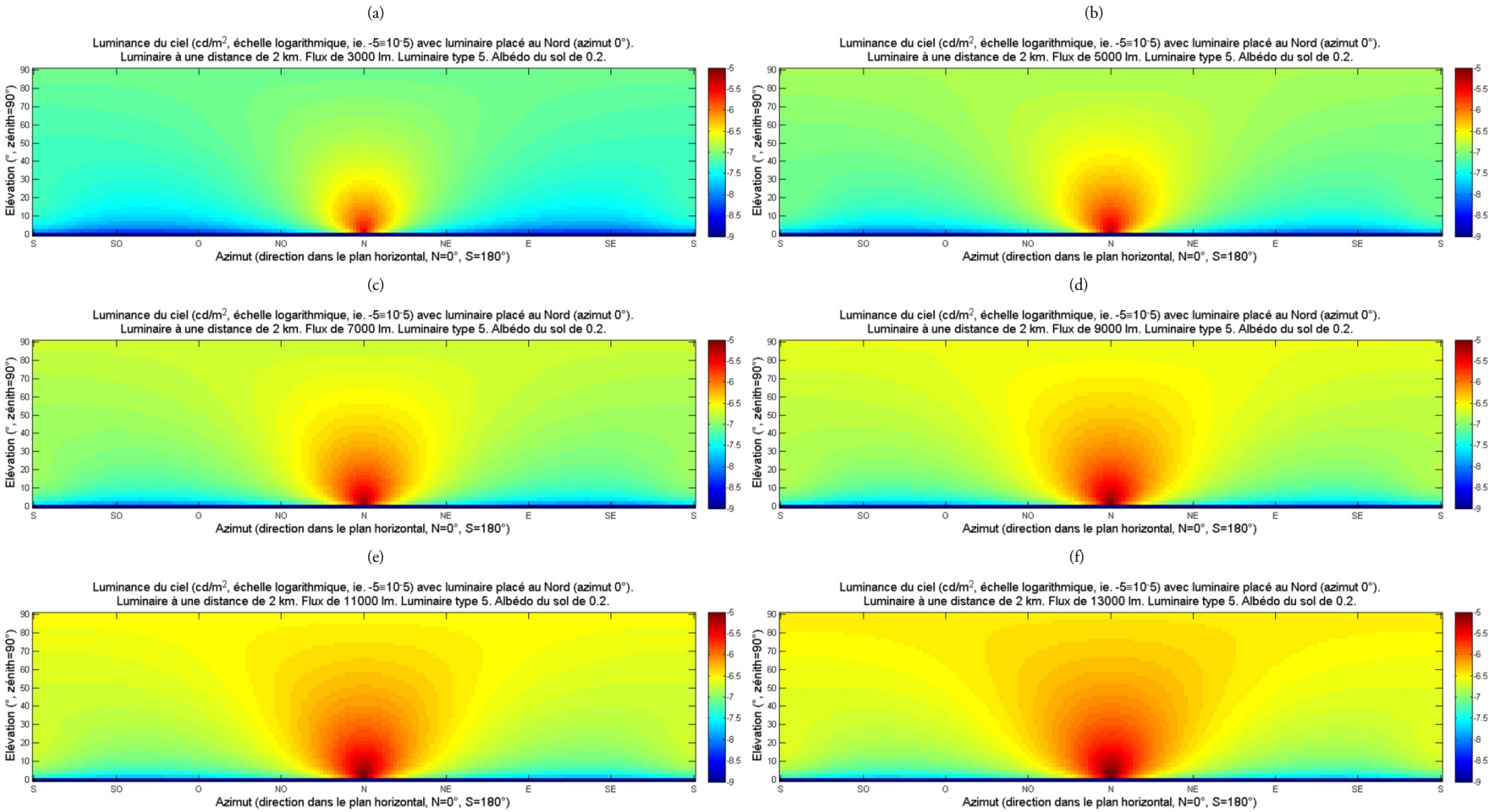


Figure 49 Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction du flux de la source. Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

Le défilement de la source

Dans le modèle de Lozi, un paramètre variable n permet de tenir compte du défilement de la source lumineuse modélisée : de 0 pour un lampadaire « boule » à 10 pour un lampadaire dit *full cut-off* (FCO), ou complètement défilé. On peut voir sur le graphique de la figure 50 que pour un luminaire dont la variable n est fixée à zéro, 50 % du flux est émis directement au-dessus du plan horizontal.

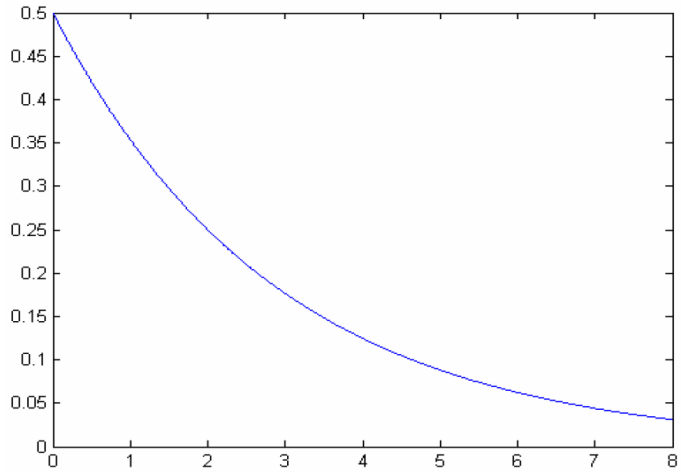


Figure 50 Rapport entre flux émis au-dessus du plan horizontal et flux total.
Représentation graphique du rapport entre flux directement émis au-dessus du plan horizontal et flux total du luminaire en fonction du paramètre de défilement dans le modèle de Lozi (2007).

Ce paramètre n correspond donc à l'*Upward Light Ouput Ratio* (ULOR, cf. figure 23, zone numéro 7), tel que défini par les éclairagistes. Typiquement, un luminaire à vasque légèrement bombée installé avec une inclinaison classique de 15° par rapport au plan horizontal a un ULOR compris entre 10 et 15 %, ce qui correspond dans le modèle à un luminaire de type n = 4. Nous soulignons ici grâce à la modélisation de Lozi (2007) l'importance de la prise en considération de ce paramètre dans tout projet d'éclairage, comme montré par Bessolaz[407] à l'aide du modèle THOTPRO. Le défilement complet du luminaire (n maximum) est ainsi à préconiser dans toute politique de réduction de la pollution lumineuse : la déperdition de lumière directement dans l'hémisphère supérieur est nulle, participant ainsi de la diminution du halo, et la visibilité de la source lumineuse est impossible dès que l'observateur est placé au-dessus du plan horizontal comprenant la source, ce qui réduit la gêne occasionnée sur l'astronomie par la vision directe des sources lumineuses. Les effets et impacts écologiques sont également atténués, qu'ils soient dus à la visibilité directe de la source (attraction/répulsion) ou à l'intensité du halo qui, par l'utilisation de luminaires complètement défilés, sera fortement réduite (désorientation des grands migrateurs).

[407] BESSOLAZ N., 2009, « Vers un contrôle efficace de la pollution lumineuse : l'optimisation de l'éclairage public à partir d'une modélisation précise de la pollution lumineuse ». Article en ligne, dernière consultation le 23 août 2010, URL : http://astrosurf.com/licorness/dossiers%20PDF/controle_PL.pdf

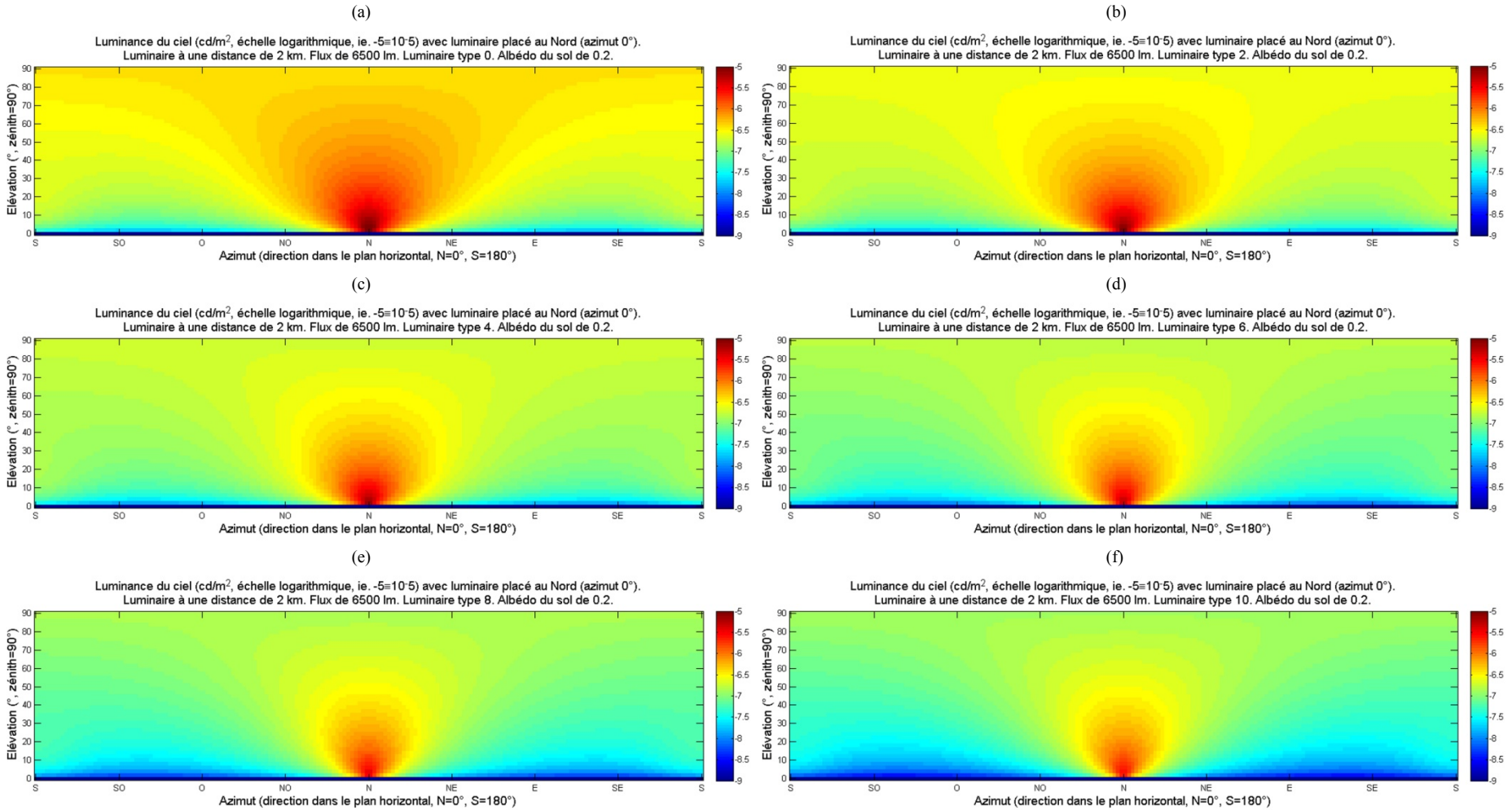


Figure 51 Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction du type de luminaire. Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

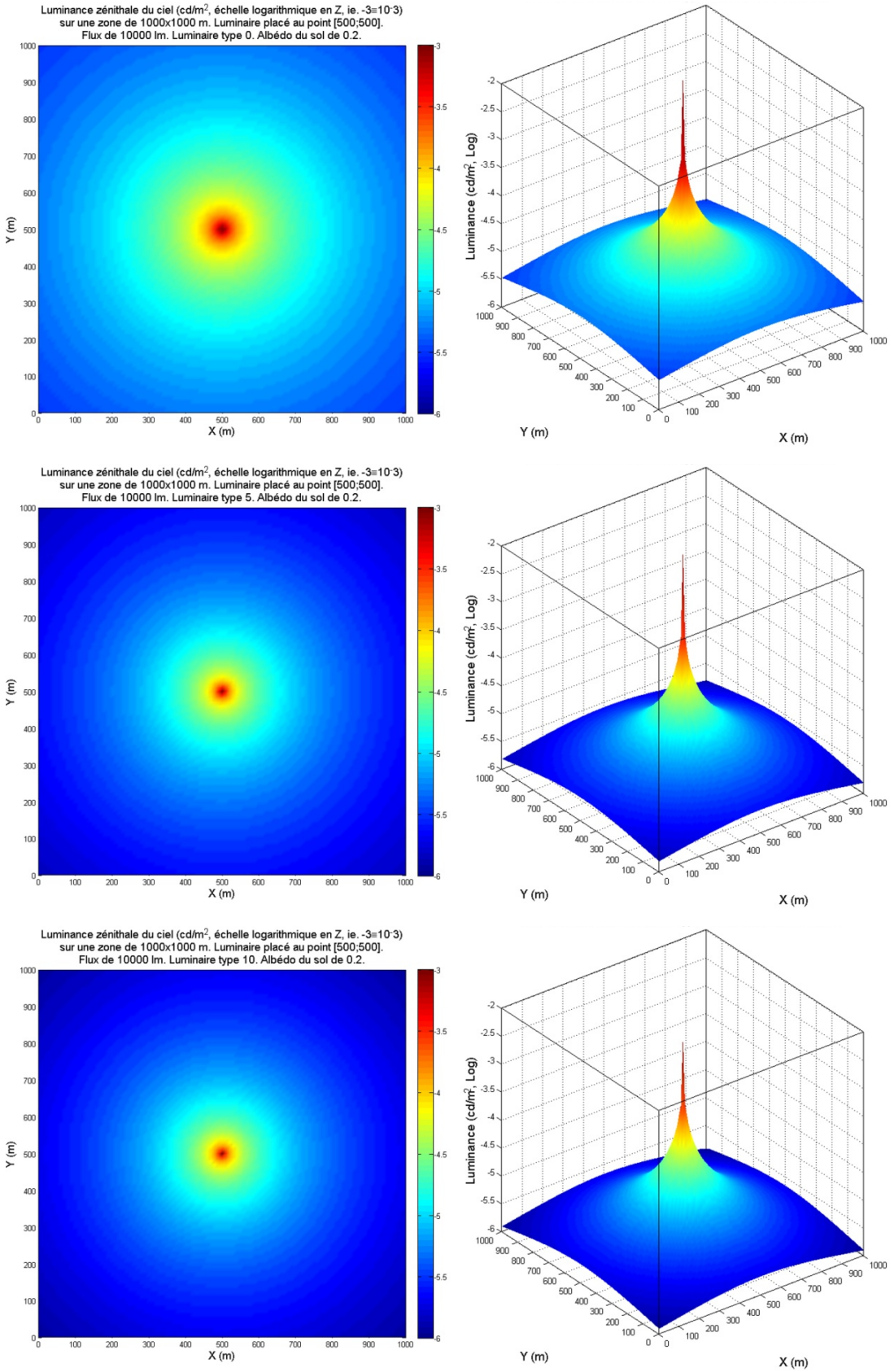


Figure 52 « Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction du type de luminaire. Graphiques de l'auteur, d'après modèle de Lozi (2007).

CHAPITRE 2 :

QUELLE GOUVERNANCE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC ?

« Les maisons lui cachaient le ciel, les becs électriques lui cachaient la nuit, le va-et-vient des voitures, des passants, lui cachait le silence. »

Jean Santeuil, Marcel Proust

2.1 L'ÉCHELLE NATIONALE : PRODUCTION ET RECOMMANDATIONS

2.1.1 Production, demande et gestion de la pointe électrique

2.1.1.1 La production d'électricité en France

Spécificité de la production électrique française

Le système électrique français présente deux spécificités par rapport à l'Union Européenne et aux pays membres de l'OCDE : « d'une part, avec l'accroissement de ses usages au cours des trente dernières années, la part de l'électricité dans la consommation énergétique finale (AIE et Observatoire de l'Énergie) est importante puisqu'elle s'élève à 23 %, contre un peu plus de 16 % pour la moyenne mondiale et moins de 20 % pour les pays de l'OCDE. D'autre part, la très grande majorité de l'électricité française est d'origine nucléaire : avec un parc de 19 centrales totalisant une puissance de plus de 63 gigawatts (GW), la France possède la seconde puissance nucléaire installée au monde après les États-Unis. Toutefois, elle est le premier producteur d'électricité nucléaire en pourcentage de sa production totale (78 %) » (Billout *et al.*, 2007) ; dans l'Union Européenne, seule la Lituanie talonne la France avec 72,3 %, suivent la Slovaquie (57,2 %), la Belgique (54,4 %) et la Suède avec 48 % (à titre de comparaison, cette proportion s'élève à 19,4 % aux États-Unis - données 2006, Agence internationale de l'énergie atomique – AIEA).

Données de la production d'électricité en France

Selon Billout *et al.* (2007), « une simple observation de la puissance installée en France, 116 GW, pourrait laisser supposer que celle-ci est en mesure de satisfaire les besoins à tout instant de la journée ou de l'année, y compris quand la consommation atteint des records. » Mais à bien les regarder, et comme ces auteurs le soulignent, ces chiffres généraux laissent de côté le fait que la production nationale est liée par des accords commerciaux obligeant à livrer de l'électricité à l'étranger, y compris quand la demande sur le territoire national est au plus haut. De plus, l'UCTE (l'Union pour la Coordination du Transport d'Électricité, l'association des gestionnaires de réseaux de transport d'électricité,

qui regroupe 29 membres originaires de 24 pays et fédère les gestionnaires des réseaux synchrones de la plaque européenne) rappelle qu'à un instant donné, la totalité des moyens de production est loin d'être disponible à tout instant de l'année : elle estime ainsi, par exemple, « que les capacités disponibles du parc français s'établissaient à un niveau de 91,6 GW pour une journée de janvier 2007, soit un taux d'indisponibilité des installations de 20 % » (Billout *et al.*, 2007). Plusieurs raisons viennent expliquer qu'un certain nombre d'unités de production soient indisponibles à un instant donné : maintenance, réparation, chargement de combustible pour une centrale nucléaire. La maintenance de ces dernières est généralement effectuée durant l'été ; ainsi, c'est durant cette période que la puissance disponible est la plus faible (estimation de 68,8 GW pour le mois de juillet 2007), mais il convient de rappeler que la puissance appelée est alors, elle aussi, la plus faible de l'année en France.

	Montant (Twh)	Évolution par rapport à 2005 (Twh)	Évolution par rapport à 2005 (%)
Production nette (1)	**548,8**	**-1,4**	**-0,2**
Dont nucléaire	428,7	-1,3	-0,3
Thermique classique	57,1	-5,8	-9,3
Dont charbon	*21,6*	--	--
Fiouls (*)	*4,6*	--	--
Gaz naturel	*20,9*	--	--
Renouvelables et déchets	*4,7*	--	--
Gaz industriels et autres (**)	*5,2*	--	--
Hydraulique	60,9	4,6	8,1
Eolienne et photovoltaïque	2,2	1,2	222
Importations (2)	8,5	0,5	5,7
Exportations (3)	71,9	3,5	5,1
Solde des échanges (4) = (3) - (2)	63,3	3	5
Pompages (5)	7,5	0,8	12,2
Énergie appelée (***) (6) = (1) - (4) - (5)	478	-5,2	-1,1
Dont : basse tension	*189,3*	*3,6*	*1,9*
Haute et moyenne tension	*256,8*	*-8,3*	*-3,1*
Pertes et ajustements	*31,8*	*-0,4*	*-1,3*

Tableau 13 Bilan électrique de la France métropolitaine pour l'année 2006.
(*) : Fioul lourd, fioul domestique et coke de pétrole. (**) : Gaz de hauts fourneaux, de raffineries, de cokerie + production non répartie. (***) : Non corrigée du climat. Source : Observatoire de l'Énergie.

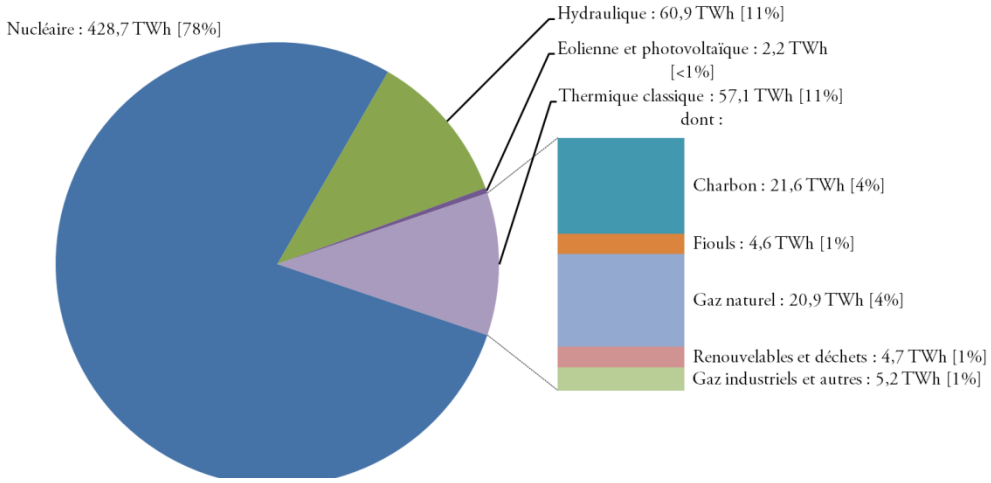


Figure 53 Contributions à la production nette d'électricité en France métropolitaine, année 2006. Graphique des différentes contributions à la production nette d'électricité en France métropolitaine pour l'année 2006. Graphique de l'auteur, à partir des données de l'Observatoire de l'Énergie (tableau 13).

2.1.1.2 Des lieux de production aux communes : réseau et demande

Bref historique du réseau électrique français

C'est dans les années 1920 que l'idée d'un service public de distribution d'électricité fait son apparition : le caractère de monopole naturel du réseau de transport sur le territoire desservi attire l'attention du législateur qui, en 1922, réglemente le transport à haute tension, avec le droit d'engager des travaux sur les propriétés privées et, en contrepartie, le devoir d'accepter le contrôle technique de l'administration et son intervention tarifaire.

Dans les années 1930, le maillage s'étend progressivement, passant de l'échelle régionale à l'échelle interrégionale : alors qu'à peine 7 000 communes étaient électrifiées en 1919 elles sont, en 1938, plus de 36 500. Les grandes compagnies électriques sont amenées à collaborer pour interconnecter leurs réseaux de transport d'électricité, et le début des années 30 voit ainsi la construction des interconnexions de grande capacité (220 kV) entre le Massif Central et Paris ainsi qu'entre le Rhin et Paris. À la fin des années 1930, la France est dotée d'un grand réseau d'interconnexion à 220 kV et la capitale est entourée d'une boucle de 60 kV.

Pour ne délaisser aucune région et au nom de l'intérêt général, le besoin d'un programme d'interconnexion national se fait jour. En juin 1936 est créé un sous-secrétariat d'État à l'Électricité et aux Combustibles solides, confié à Paul Ramadier qui proclame « service public » la fourniture d'énergie. Le 17 juin 1938, Édouard Daladier signe un décret planifiant un programme d'investissement de 3 milliards de francs sur 5 ans.

Le réseau de transport d'électricité va continuer de se développer même pendant la seconde Guerre Mondiale : il croît ainsi de 30 %, avec notamment les liaisons entre les Alpes et Paris, ainsi qu'entre les Pyrénées et le Massif Central. À la Libération, il est devenu le plus dense du monde, avec 22,5 km de lignes de plus de 100 kV pour 1 000 km²,

quand les États-Unis en sont à 5, la Grande Bretagne à 15 et l'Allemagne à 18 (source documentation RTE).

Les années de pénurie de l'après-guerre deviendront rapidement des années de développement. Le 8 avril 1946, les entreprises d'électricité sont nationalisées, fondues dans un nouvel établissement public – Électricité de France (EDF) – intégrant les sociétés de production et de distribution, ainsi que les 93 entreprises de transport d'électricité. EDF apparaîtra comme un instrument essentiel de la reconstruction de la France, dans le cadre d'un monopole géré « dans le souci de l'intérêt collectif ». EDF va ainsi aider à gérer au mieux la pénurie d'énergie sur le territoire national mais il faudra néanmoins, jusqu'en 1950 et faute d'énergie, organiser des coupures d'électricité. L'autre tâche incombant à EDF a été l'harmonisation des standards hérités des différentes sociétés : le 225 kV se substitue progressivement au 150 kV, et la fréquence de 50 Hz se généralise sur tout le territoire.

À partir de 1955, afin de soutenir la forte augmentation de la consommation d'électricité, la gestion du réseau et des mouvements d'énergie rejoint la direction de la production. Le 400 kV, qui avait été mis au point dès 1946, est désormais adopté de façon normative à l'échelle de l'Europe : il se déploie à partir des années 1960 et, durant les années 1970-1980, sous la poussée de l'électronucléaire, s'installe véritablement. Dans le même temps, les interconnexions avec les pays frontaliers se développent également, pour soutenir un solde de plus en plus exportateur.

En 1996, dans la logique du traité de Rome de 1957, une directive préparée depuis dix ans instaure un marché libre en Europe, visant à supprimer les monopoles nationaux de production et de vente de l'électricité et du gaz, et à développer un marché de l'électricité dans lequel, à terme, « tout consommateur pourra choisir son fournisseur » (source RTE). La directive européenne de juin 2003 parachève cette ouverture à la concurrence, avec un programme en deux étapes successives : le marché s'ouvre à la concurrence le 1er juillet 2004 pour les clients professionnels, puis le 1er juillet 2007 pour les clients particuliers.

La loi de février 2000 « précise les missions de service public d'EDF et fixe des échéances d'ouverture du marché. Elle prévoit que le réseau de transport, tout en demeurant au sein d'EDF, sera géré de manière indépendante : son directeur sera nommé par le ministre en charge de l'énergie. Est également créée une instance de régulation : Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) » (source documentation RTE). Le Réseau de Transport d'Électricité (RTE, filiale d'EDF) est ainsi créé le 1er juillet 2000, et l'activité du gestionnaire de réseau séparée comptablement et juridiquement de l'activité de production et de fourniture au sein de l'entreprise EDF.

Selon Billout *et al.* (2007), « l'interconnexion internationale s'est réalisée après la seconde Guerre Mondiale grâce à la combinaison de trois facteurs favorables : la logique d'unification et de rationalisation d'EDF, la conjoncture de croissance des « Trente Glorieuses » et la volonté de coopération technique des États d'Europe occidentale. La France s'est trouvée au centre de ce mouvement qui, après un pic dans les années 1960 et

1970, a connu une pause à la fin de la décennie 1970 avant de repartir d'un nouvel élan au milieu des années 1980 pour répondre à l'accroissement de la capacité d'exportation d'EDF, elle-même liée à la montée en puissance de son parc nucléaire. Le symbole le plus éclatant de cette période demeure la construction de l'IFA 2000, liaison sous-marine en courant continu de grande capacité (initialement 500 MW et aujourd'hui 2 000 MW) entre la France et le Royaume-Uni.

Il doit être souligné que la France n'a pas toujours été exportatrice nette d'électricité. En effet, substantiellement importateur pendant la période de reconstruction s'étendant de la Libération au milieu des années 1960, le pays s'est ensuite trouvé en équilibre avant d'être de nouveau déficitaire de 1975 à 1980, du fait de la restriction des achats de pétrole. Ce n'est que depuis lors que la France exporte (massivement) son électricité à ses voisins. Si, à leurs débuts, ces liaisons internationales permettaient des échanges, elles n'avaient alors pas créé un véritable « système unique ». Telle est cependant la tendance depuis la révolution technologique du réglage fréquence-puissance, dispositif de régulation ajustant la fréquence des réseaux nationaux à 50 Hz et s'assurant automatiquement de la conformité des échanges avec les programmes définis à l'avance.

Ainsi, dès 1958, la synchronisation des infrastructures électriques est devenue une réalité pour les huit pays gravitant autour du noyau franco-germano-suisse et constituant alors l'Union pour la production et la coordination du transport de l'électricité (UPCTE, devenue UCTE depuis 1999). Ce système a fait augmenter considérablement les échanges d'électricité et s'est progressivement étendu jusqu'à intégrer l'Europe orientale après la chute du mur de Berlin. » (Billout *et al.*, 2007).

La morphologie actuelle du réseau électrique français

Le réseau français maille efficacement le territoire national (figures 54 a et b), même si certaines régions comme la Bretagne et Provence-Alpes-Côte d'Azur en constituent des points faibles. Il « se divise en réseau de transport (lui-même subdivisé en réseau de grand transport et d'interconnexion et en réseau de répartition), dont la gestion est, en France, exclusivement confiée à RTE, filiale d'EDF à 100 %, et en réseau de distribution, dont les acteurs sont plus diversifiés mais dont le gestionnaire principal (ERDF) contrôle 95 % du marché.

Le réseau de grand transport et d'interconnexion transporte l'énergie électrique des centres de production aux zones de consommation (entreprises fortement consommatrices et grandes régions de consommation). Cela représente 20 000 kilomètres de lignes très haute tension (HTB 3, 400 kV – Image 57), un tel niveau permettant de limiter les pertes d'énergie électrique sur de longues distances. Ce réseau est également interconnecté avec les pays frontaliers afin d'assurer les échanges d'énergies.



Image 57 Pylône du réseau de grand transport de 400 kV.
Pylône à l'arrivée sur le poste d'interconnexion de Vielmoulin. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

Grâce à des postes de transformation (image 58), la tension 400 kV est abaissée à 225 kV (HTB 2), puis le réseau de répartition achemine l'énergie électrique des grandes régions de consommation vers leurs centres de distribution régionaux ou locaux en 90 kV ou 63 kV (ces deux derniers niveaux représentant la « haute tension basse », HTB 1). Ce réseau, d'une longueur totale d'environ 80 000 kilomètres, achemine également l'énergie électrique à de grands clients industriels.

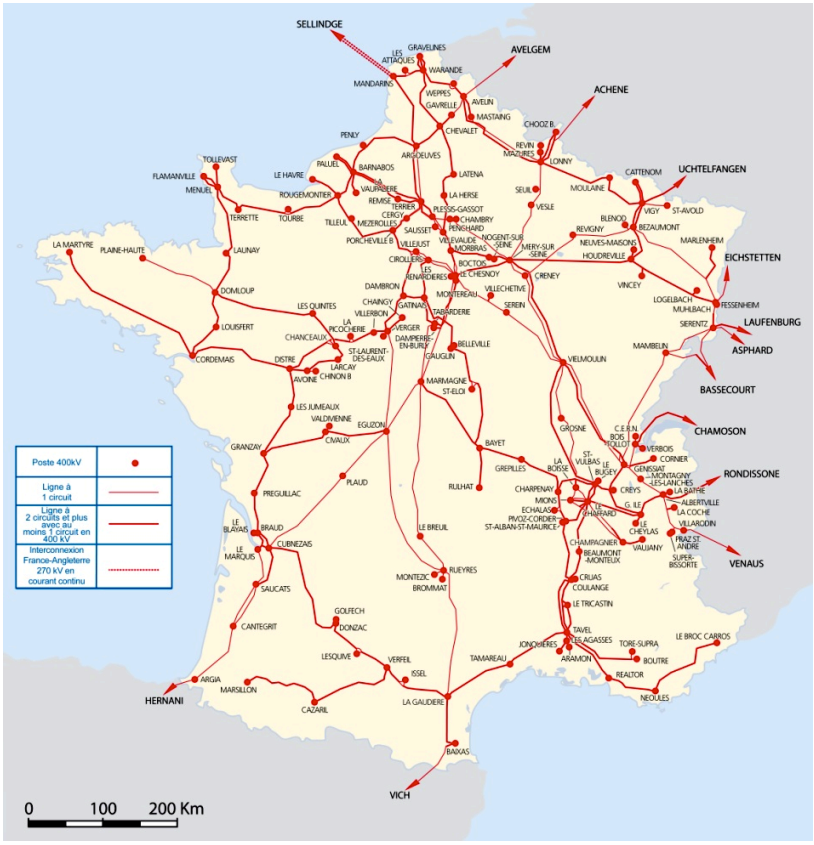
Le réseau de distribution achemine l'énergie électrique des centres de distribution vers le client final (en France, la « limite légale » séparant le réseau de transport des réseaux de distribution est un niveau de tension de 50 kV). Grâce à des postes de transformation, la HTB est abaissée en haute tension A (HTA, dite aussi moyenne tension, MT, 20 ou 15 kV – Image 59) ou basse tension (BT, 400 ou 230 volts). Au total, 700 000 transformateurs relient les 586 000 kilomètres de lignes HTA (20 000 volts) aux 654 000 kilomètres de lignes BT (400 ou 230 volts). » (Billout *et al.*, 2007).



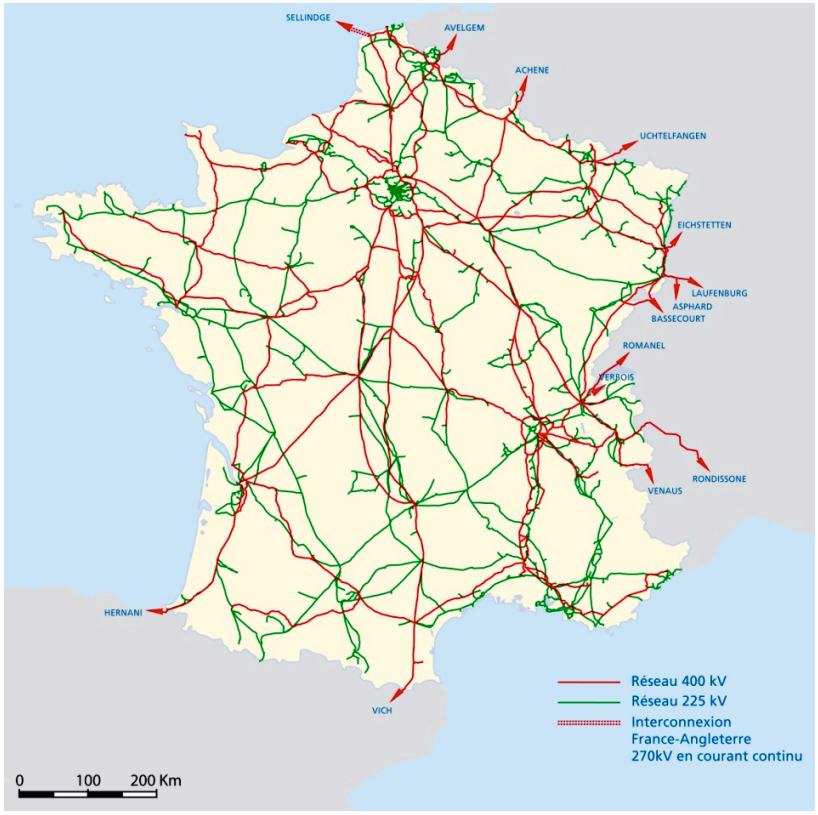
Image 58 Poste source, d'interconnexion RTE de Vielmoulin.
© Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



Image 59 Pylône du réseau de distribution 20 kV.
Au premier plan, pylône « 3 fils » classique du réseau de distribution de 20 kV parcourant les campagnes, au départ du poste d'interconnexion de Vielmoulin. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



(a)



(b)

Figure 54 Cartographies du réseau de transport d'électricité en février 2008.
(a) : réseau de transport 400 kV ; **(b)** : réseaux 225 kV (vert) et 400 kV (rouge).
Source : documentation RTE.

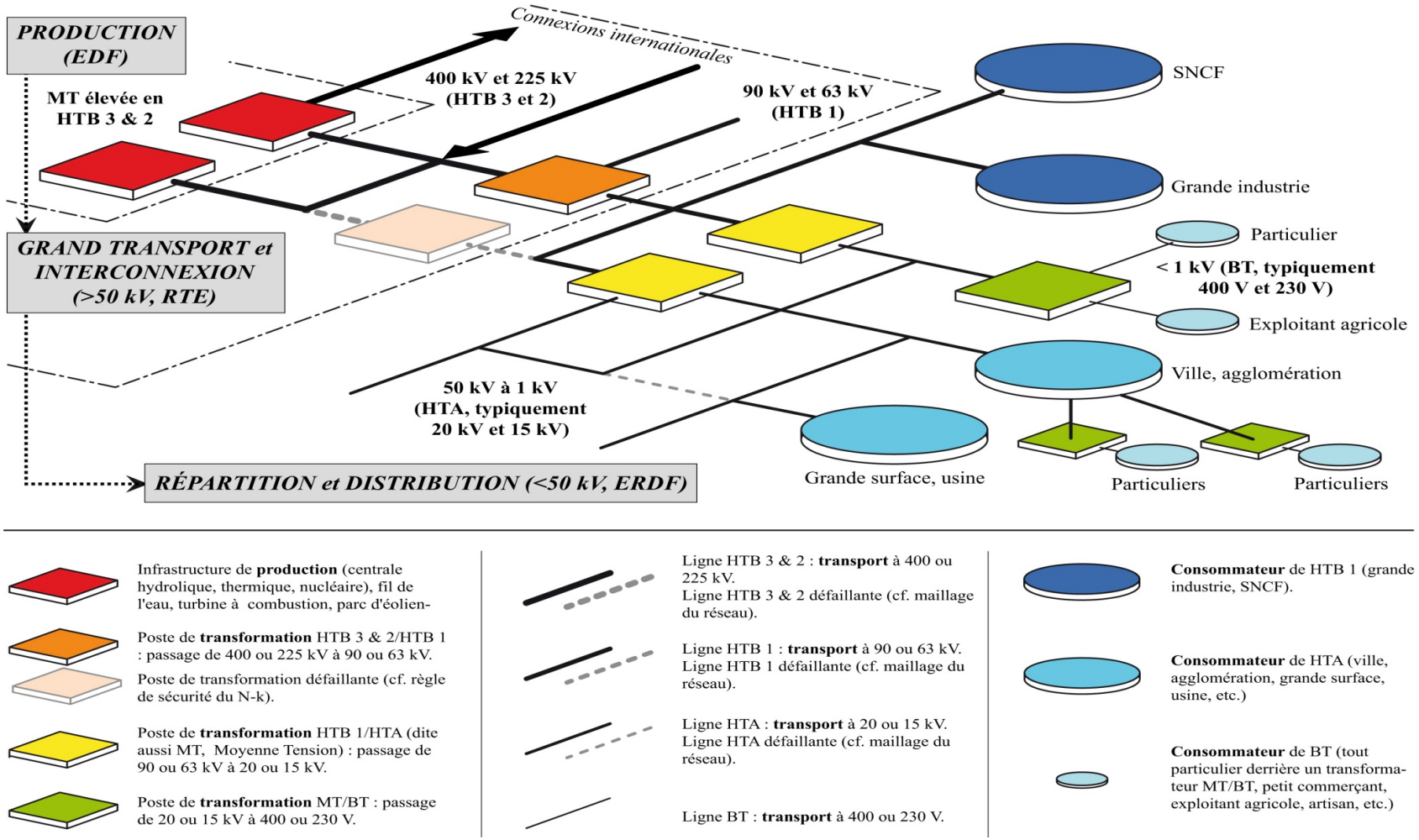


Figure 55 Représentation schématique du réseau de transport et de distribution de l'électricité en France
EDF produit 90% de l'électricité française, le complément étant essentiellement fourni par la CNR, E.ON, et GDF SUEZ. Il existe plus de 3000 producteurs indépendants d'électricité. Source : Observatoire de l'Énergie. Schéma de l'auteur.

Un acheminement délicat depuis les lieux de production aux lieux de consommation

Billout *et al.* (2007) soulignent que « si l'équilibre de l'offre et de la demande d'électricité est une condition nécessaire de la sécurité globale d'une zone électrique, les réseaux de transport et de distribution sont la clé de la sécurité immédiate de l'approvisionnement des consommateurs. En effet, l'électricité ne se stocke pas, du moins pas en quantité significative. Il revient donc aux gestionnaires des réseaux d'assurer à tout instant l'équilibre entre l'offre et une demande instable. » Il est à noter d'ailleurs que les incidents ayant frappé l'Europe dans la période récente ont tous été dus à une mauvaise utilisation des réseaux.

Les réseaux de transport et de distribution d'électricité sont – comme tout réseau – des systèmes fragiles. Pour autant, « en ce qui concerne l'électricité, et celle-ci ne pouvant être stockée, un réseau de transport ou de distribution se doit d'être constamment équilibré entre production « injectée » et consommation « soutirée ». Or, le transport de l'électricité obéit à des lois physiques contraignantes, en particulier les deux lois portant le nom de Gustav Kirchhoff, le physicien allemand qui les a établies en 1845 : la loi des nœuds et la loi des mailles :

- La loi des nœuds énonce que la somme des flux électriques entrant dans un nœud (une intersection entre deux lignes, par exemple) doit être égale à la somme des flux qui en sortent. Exprimé plus simplement, les charges électriques ne peuvent pas s'accumuler à un endroit quelconque du circuit, elles circulent, et donc l'intégralité des charges « arrivant » à un nœud en repart.
- La loi des mailles énonce quant à elle que dans un circuit fermé (une maille) la somme algébrique des forces électromotrices et des différences de potentiel aux bornes des résistances est nulle.

Il résulte de la loi des mailles que le courant électrique se répartit sur le réseau en fonction de la tension en chaque nœud, en suivant la ligne de moindre résistance. En d'autres termes, l'électricité ne suit pas une ligne droite mais se répartit sur un réseau maillé de sorte qu' « une injection de kWh à Dunkerque compensée par un soutirage à Marseille donne lieu à des mouvements d'énergie pouvant impliquer l'Allemagne, la Belgique ou la Suisse. [En outre,] deux injections de kWh sur une même ligne mais en sens contraire s'annulent »[408]. En conséquence, le cheminement contractuel et le cheminement physique d'une transaction entre un producteur et un consommateur sont totalement déconnectés.

Il est bien entendu que ces mouvements physiques ne connaissent ni les frontières nationales, ni les compétences des différents gestionnaires de réseaux, aussi dans un espace interconnecté synchrone donné, c'est-à-dire assimilable à une grande maille, les flux électriques suivent « naturellement » les lois physiques précitées. Par là même, dans un tel espace, il y a une solidarité automatique au sein du réseau, les injections d'une zone donnée pouvant compenser un excès de soutirages d'une autre zone ; en revanche, des

[408] BOUNEAU C., DERDEVET M. et PERCEBOIS J., 2007, *Les réseaux électriques au cœur de la civilisation industrielle*, Timée-éditions.

problèmes graves peuvent se répercuter tout aussi automatiquement dans l'ensemble du réseau.

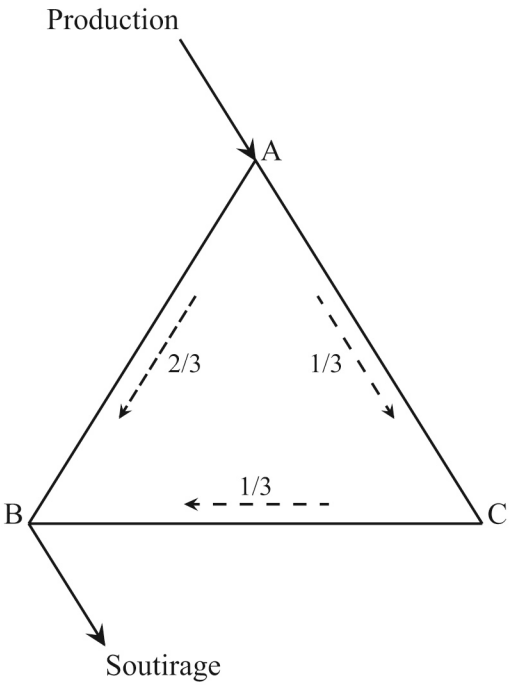


Figure 56 Schématisation des chemins de l'électricité.
Schématisation des chemins de l'électricité à partir d'un exemple simplifié : un soutirage au point B satisfait par une injection au point A entraîne un flux direct de A à B pour les deux tiers de l'électricité produite et pour un tiers par un flux indirect transitant par le point C. Schéma de l'auteur, d'après rapport d'information au Sénat, Billout *et al.*, 2007[409].

L'exploitant du système doit faire en sorte qu'à tout instant, le système reste viable après un aléa hypothétique sur la situation nominale conduisant à la perte de k ouvrages. Vis-à-vis de ce type d'aléa, il peut néanmoins tolérer un certain risque en fonction d'un arbitrage coût - sûreté. La règle du N-k définit le niveau de risque maximal toléré, évalué par une valeur de référence du produit « probabilité de l'événement x profondeur de coupure » : plus la probabilité d'un événement est forte, plus la coupure admise (en MW) est faible. Si les conséquences potentielles d'un aléa sont inacceptables ou si le risque encouru est supérieur au risque maximal toléré, l'exploitant du système doit ramener la coupure prévisionnelle aux niveaux tolérés ou, si ce n'est pas possible, la minimiser, en prévisionnel et en temps réel. Pour cela, il peut mettre en œuvre des moyens entraînant des surcoûts d'exploitation. Lorsque plusieurs solutions sont possibles, il doit chercher à minimiser les conséquences des événements redoutés » (Billout *et al.*, 2007). Le schéma en figure 55 ci-dessus illustre l'application de la règle de sécurité standard, à savoir la règle du N-1 : le maillage du réseau permet de pallier la défaillance d'un poste de transformation.

[409] BILLOUT M., DENEUX M. et PASTOR J.-M., 2007, *Rapport d'information au Sénat.*

L'électricité dévolue à l'éclairage public des communes : quels besoins ?

En France, 9 millions de lampes serviraient à éclairer villes et campagnes, ce qui représente près de 1 100 MW (soit, peu ou prou, l'équivalent d'une tranche nucléaire) et donc 1 à 2 % de la consommation électrique en France. La consommation de l'éclairage public était estimée en 1990 à 70 kWh par an et par habitant ; dix ans plus tard ce chiffre atteignait 91, soit plus du double de l'Allemagne qui consommait 43 kWh par an et par habitant en 2000.

Pour une ville comme Paris, l'infrastructure en éclairage public est très lourde. La Direction de la Voirie et des Déplacements donne les chiffres suivants au premier janvier 2009 (site Web ville de Paris) :

> « Patrimoine éclairage public de voirie de surface :
> - Paris *intra muros* (hors Boulevard Périphérique et voies sur berges) : 89 500 supports dont : 59 700 candélabres, 29 800 consoles sur immeubles, 141 000 sources lumineuses.
> - Boulevard périphérique et voies sur berges : 2 200 candélabres sur le Boulevard périphérique ; 42 800 points lumineux.
> Sites et monuments parisiens :
> - Nombre de sites illuminés : 304 (monuments, hôtels, églises, statues, fontaines, bâtiments nationaux, ponts).
> - 15 000 sources lumineuses. »

À l'échelle d'une ville moyenne, les « besoins » en éclairage public restent importants. Ainsi, si la commune de Dijon représente 20 000 points lumineux, l'agglomération dans son ensemble compte près de 35 000 sources lumineuses. À l'échelle d'un département, un syndicat intercommunal d'énergies comme le SICECO, en Côte d'Or, comptabilise un parc de plus de 75 000 points pour 662 communes adhérentes lui ayant délégué la compétence éclairage public, soit une moyenne avoisinant les 120 points lumineux par commune (cette moyenne reste cependant un très mauvais indicateur quant à la diversité rencontrée en zone rurale : commune proche du périurbain ou de rural « profond », dépendance forte aux choix politiques d'investissement dans l'éclairage public, etc.).

En comptant une puissance moyenne de 120 Watts par point lumineux en éclairage public, on peut dresser le tableau 14 des consommations appelées et des coûts engendrés. Celui-ci n'a pas pour but de relater finement ces paramètres, mais bien de donner les ordres de grandeurs à différentes échelles.

	Point(s) lumineux	Puissance (kW)	Consommation (MWh)	Coûts annuels (€)		
				Energie	Abonnement	Entretien
Luminaire (*)	1	0,12	0,5	19	16	20
Commune rurale moyenne	120	14	60	2 280	1 920	2 400
Commune urbaine (Dijon)	20 000	2 400	10 000	380 000	320 000	400 000
Agglomération urbaine (Grand Dijon)	35 000	4 200	17 500	665 000	560 000	700 000
Un syndicat départemental (ex. SICECO)	75 000	9 000	37 500	1 425 000	1 200 000	1 500 000
Paris *intra muros*	141 000	16 920	70 500	2 679 000	2 256 000	2 820 000
Paris + bd. périphérique	183 800	22 056	91 900	3 492 200	2 940 800	3 676 000
France	9 000 000	1 080 000	4 500 000	171 000 000	144 000 000	180 000 000

Tableau 14 Puissances, consommations et coûts de l'éclairage en France.
Puissances, consommations et coûts de l'éclairage à différentes échelles territoriales, en France. (*) : Données unitaires, SICECO, 2008.

2.1.1.3 Dimensionnement de la production et du réseau : le problème de la pointe

Dimensionner l'offre selon la demande, ou la demande selon l'offre ?

Nous l'avons vu, dans le cas du réseau électrique, la production doit être exactement égale à la consommation. En l'absence de réseau de transport, chaque client devrait avoir en sa possession un groupe de production (voire deux s'il y a besoin d'un groupe de secours), adapté à sa consommation maximale. Le réseau de distribution permet donc une économie d'échelle sur le nombre de groupes de production par la mise en commun des moyens de cette production, tout comme il permet une économie sur le dimensionnement même de cette production.

Le problème du dimensionnement apparaît donc comme étant primordial pour le bon fonctionnement d'un réseau électrique, du fait même des contraintes citées précédemment. La France, bien que dotée d'un parc de production lui permettant de répondre largement à la demande d'électricité dite « en base », est régulièrement contrainte de faire appel aux capacités électriques de ses voisins pour répondre aux « pointes ». Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène : une augmentation régulière, d'année en année, du niveau des pics de consommation pendant l'hiver et, du point de vue des institutions, un relatif manque d'investissements dans les centrales de pointe au cours des dernières années. RTE, à qui il incombe comme mission d'équilibrer en permanence la production pour la consommation, tente donc de surdimensionner son réseau, mais compte encore beaucoup sur le principe de solidarité du réseau électrique européen (les interconnexions) pour la gestion des périodes de pointes (Billout *et al.*, 2007).

Les difficultés du surdimensionnement d'un réseau peuvent s'expliquer du point de vue économique. La chaine « production-transport-consommation » d'électricité répond à la théorie dite « des trois couches », développée dans les années 1980 et caractérisant la structure en strates d'un réseau technique. La première couche est celle des infrastructures de réseau à proprement parler ; la deuxième celle des services de contrôles s'assurant du respect des directives communes et de l'entretien des infrastructures ; enfin, la troisième couche est celle des services finaux rendus à la clientèle. D'autre part, le coût des infrastructures dans les industries de réseau génère des rendements croissants, avec un prix de revient unitaire diminuant quand la consommation augmente. Cette diminution s'opère jusqu'à la limite de capacité du réseau qui, une fois atteinte, oblige l'entreprise à investir dans une nouvelle infrastructure, accroissant par là même sa capacité de production (figure 57).

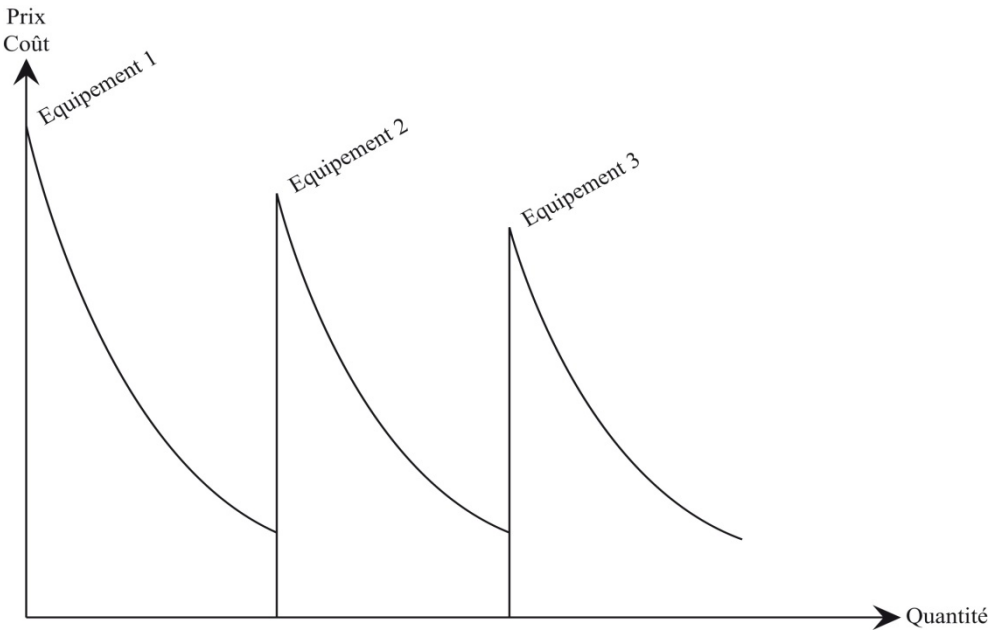


Figure 57 Rendements croissants avec investissements dans de nouvelles infrastructures
D'après Boutelet, Larceneux et Barczak[410] .

Ainsi, on trouve en période de profusion de la production de l'électricité des similarités avec ce qui est observé dans l'économie des services liés à l'eau[411] : les gestionnaires vont, plus ou moins ouvertement, mener une politique d'incitation à la consommation pour se rapprocher du point optimal d'utilisation du réseau (utilisation maximale des capacités garantissant le prix de revient le plus bas par unité de la ressource). Selon ce schéma, dans les années 1980, de façon concomitante au déploiement électronucléaire français ayant pour but de réduire la dépendance au pétrole à la suite du choc pétrolier de 1974, les

[410] BOUTELET M., LARCENEUX A. et BARCZAK A., 2010, *Gouvernance de l'eau. Intercommunalités et recomposition des territoires*, Dijon, EUD.

[411] BOUTELET M., LARCENEUX A. et BARCZAK A., 2010, *Gouvernance de l'eau. Intercommunalités et recomposition des territoires*, Dijon, EUD.

communes se sont vues incitées par EDF à la consommation électrique, notamment par le biais de leur éclairage public :

> « oui effectivement on a eu tendance à communiquer autour de l'EP [éclairage public] au moment de heu / du déploiement du nucléaire // pour pousser les communes à laisser l'EP vraiment toute la nuit » (*sic*, entretien informel avec un responsable EDF France. Salon Lumiville, Lyon, 2007).

La pointe électrique en France

Le parc français repose essentiellement sur le nucléaire et l'hydraulique, ce qui rend le coût de la production indépendant à 95 % de l'évolution du prix des hydrocarbures et constitue un facteur majeur d'indépendance énergétique. Mais « malgré cette évolution récente, la France a connu, au cours des dernières années, des pointes aiguës de demande d'électricité : la forte pénétration du chauffage électrique dans les bâtiments français rend la consommation particulièrement dépendante des variations de température » (Billout *et al.*, 2007). Comme le souligne RTE, la baisse des températures de 1 °C en hiver peut provoquer un accroissement de la puissance appelée pouvant aller jusqu'à 1500 MW, ce qui équivaut à la mobilisation complète de plus d'une tranche nucléaire. L'année 2009 a ainsi vu s'établir un nouveau record de consommation, le 7 janvier en début de soirée, avec une demande de 92,2 GW.

Les pointes de consommation d'électricité, qui sont par définition les consommations les plus élevées, sont de plusieurs natures, car la notion de pointe dépend avant tout de la période et de la zone observée.

Il y a tout d'abord la pointe journalière, observée en hiver à 19 heures, correspondant au moment où la consommation électrique totale en France est la plus importante de la journée. Cette « pointe synchrone nationale » s'explique par le retour des ménages à leur domicile, avec la mise en route de nombreux appareils électriques : éclairage, télévision, cuisinière, etc. Une pointe journalière le matin, au moment de l'ouverture des commerces et des bureaux, est également observée. Inversement, en été la pointe est plutôt observée à 13 h (figure 58).

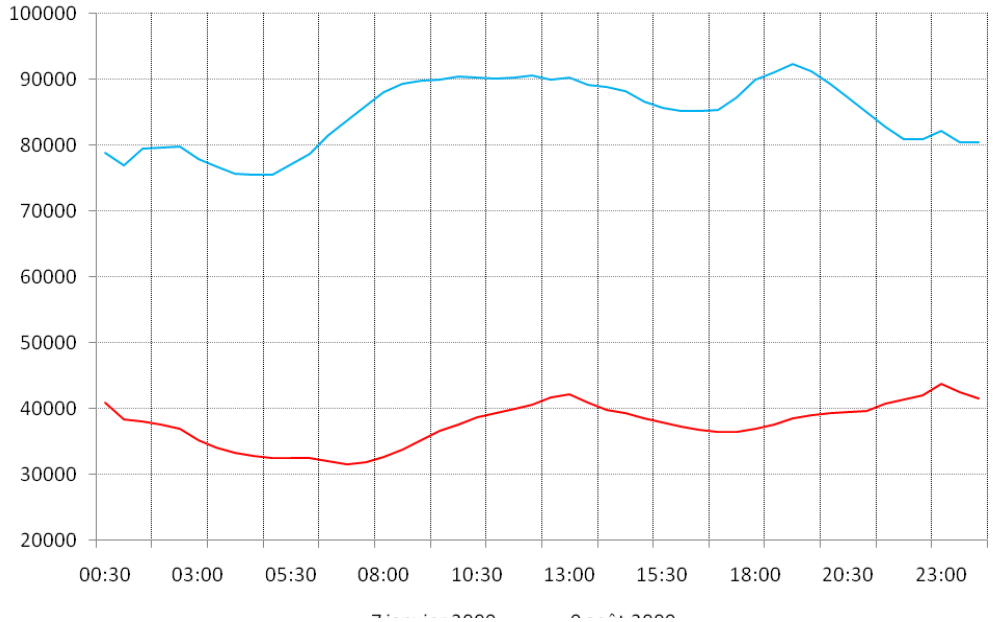


Figure 58 Consommation d'électricité pour le 7 janvier 2009 et le 9 août 2009.
Consommation (MW, axe des ordonnées) pour les journées du 7 janvier 2009 (courbe bleue) et du 9 août 2009 (courbe rouge) ; pas demi-heure (abscisses). Source RTE (site Web), décrite comme suit : « puissance appelée par la consommation d'électricité en France, y compris les pertes sur l'ensemble des réseaux mais hors puissance prélevée pour le pompage par les installations hydroélectriques. La consommation présentée inclut la totalité des puissances consommées en France métropolitaine hors Corse, par pas demi-heure. Ces données sont calculées à partir de données validées issues de valeurs de comptage télérelevées toutes les dix minutes. La validation consiste en l'ajout de valeurs manquantes et la correction de données aberrantes par les unités régionales de RTE. Ces données sont complétées par des valeurs estimées pour la puissance consommée issue des productions sur les réseaux de distribution et les réseaux privés d'industriels ».

La pointe journalière se caractérise ainsi – mais c'est bien là l'élément principal de sa définition – par une hausse importante de la consommation pendant quelques heures. La réponse à ce phénomène nécessite de solliciter « des moyens de pointe », devant avoir la capacité de répondre rapidement à cette demande. Il est à noter que, dans une certaine mesure, ceci reste vrai même lorsque le niveau global de la consommation est faible puisqu'il s'agit bien ici de raisonner en augmentation *relative* de consommation.

En France, la pointe saisonnière est particulièrement marquée et convient donc d'être soulignée : la consommation électrique s'avère très sensible à la température en raison de la forte pénétration du chauffage électrique. Les consommations électriques sont très importantes durant les périodes de grand froid, qui peuvent se prolonger sur plusieurs semaines (figure 59).

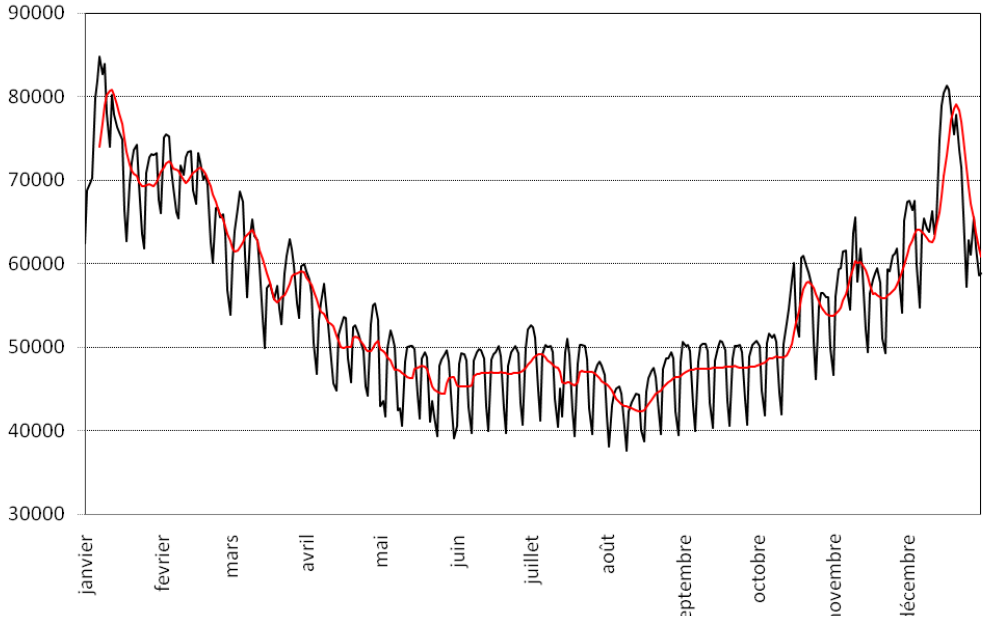


Figure 59 Consommation moyenne journalière d'électricité sur 2009.
Consommation (MW) moyenne journalière sur 2009 (courbe noire) et moyenne mobile sur 7 jours (courbe rouge). Source RTE (site Web, cf. figure 58 pour la description des données).

Comme le souligne le rapport Poignant-Sido (2010), « depuis une dizaine d'années, la puissance appelée en période de pointe de consommation croît plus rapidement que la consommation. Entre 1997 et 2008, la différence entre la puissance moyenne appelée en hiver et la puissance maximale appelée est passée de 14 à 19 GW. Les facteurs expliquant cette évolution sont multiples. On peut citer l'augmentation du nombre de ménages, qui tire la consommation résidentielle, le ressenti d'une volatilité des prix de l'énergie fossile qui rend l'électricité plus attractive, le développement d'usages nouveaux de l'électricité tels que l'informatique, les équipements « bruns » qui restent en veille, les appareils rechargeables multiples, les équipements de confort, la ventilation, la poursuite du développement du chauffage électrique, notamment des pompes à chaleur, et le développement du transport électrique, ferroviaire ou routier ».

Ainsi, avec un parc nucléaire vieillissant et un manque d'investissements dans de nouvelles infrastructures de production, la gestion des pointes de consommation est un problème de plus en plus prégnant en termes de coûts pour EDF, car faisant passer de rendements croissants à des rendements décroissants (figure 60).

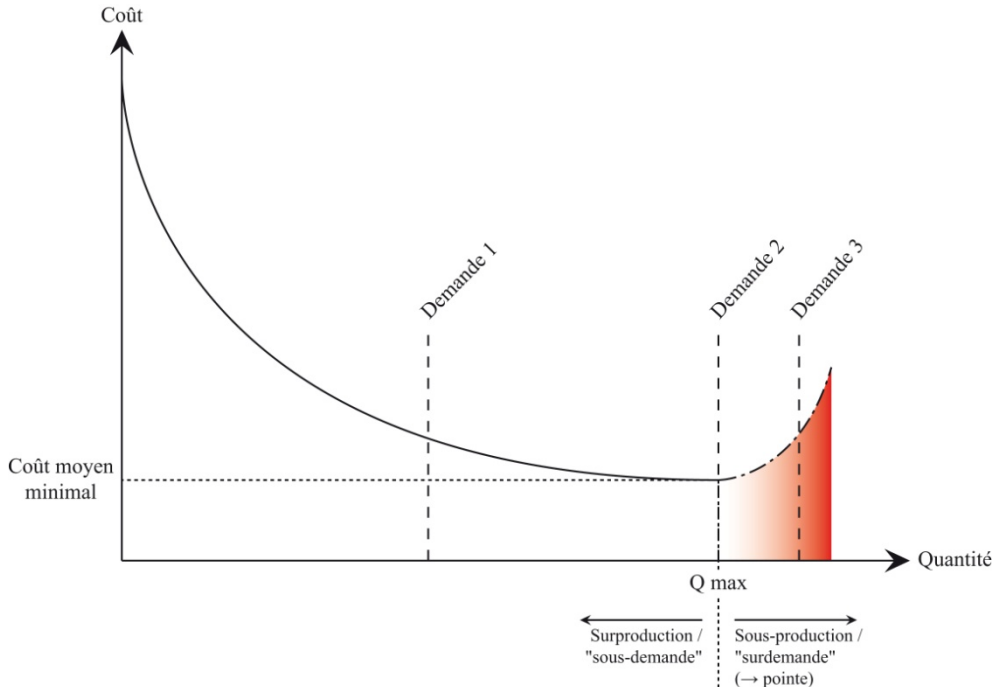


Figure 60 Passage de rendements croissants à des rendements décroissants.
Passage de rendements croissants (jusqu'à Qmax) à des rendements décroissants en cas de dépassement de Qmax sans nouvelle infrastructure. Schéma de l'auteur.

On voit ainsi, sur la figure 60, que dans le cas d'une demande inférieure à la capacité maximale de production (Demande 1), le gestionnaire sera en situation de surproduction (ou – si l'on choisit sa vision – en « sous-demande », situation qui explique alors les politiques d'incitation à la consommation). Le cas idéal est bien sûr atteint lorsque la demande (Demande 2) est équivalente à la capacité maximale de production Qmax. Lorsque la demande est supérieure à Qmax, le gestionnaire est en sous-production (cas de Demande 3, situation de « surdemande ») ; apparait alors le problème de la pointe et de sa gestion.

Une des stratégies d'EDF, en réponse à l'augmentation de la demande de ces dernières années, est d'emmener ses centrales nucléaires le plus loin possible dans le temps. Le parc nucléaire, dont l'âge d'or d'installation s'étale des années soixante-dix au début des années quatre-vingt, approche voire dépasse les durées de vie garanties lors de sa conception. La chute brutale du nombre de nouveaux réacteurs construits dans les deux décennies suivantes prive les exploitants du renouvellement de leurs capacités de production. Dans ce contexte, EDF ne cache pas ses intentions : prolonger l'autorisation d'exploitation des centrales. L'exploitant de l'ensemble des 58 réacteurs français a ainsi annoncé en décembre 2008, dans le cadre d'une opération à la bourse de Londres, être « confiant dans l'obtention de l'autorisation de fonctionnement à 40 ans » de ses réacteurs, dont les premiers vont passer l'inspection des 30 ans en 2009, et viser de « porter la durée de vie du parc français significativement au-delà » (c'est-à-dire 60 ans).

Malgré cela, l'augmentation de la demande en électricité sature littéralement le parc de production électrique français et, lors des pointes journalières hivernales, toute la capacité de production classique du territoire national est utilisée à plein (et même au-delà, puisque c'est bien ainsi qu'est définie « la pointe »). Cette situation est génératrice de coûts élevés pour EDF qui se trouve obligée, afin de maintenir sa qualité de service, de mobiliser d'autres sources d'électricité.

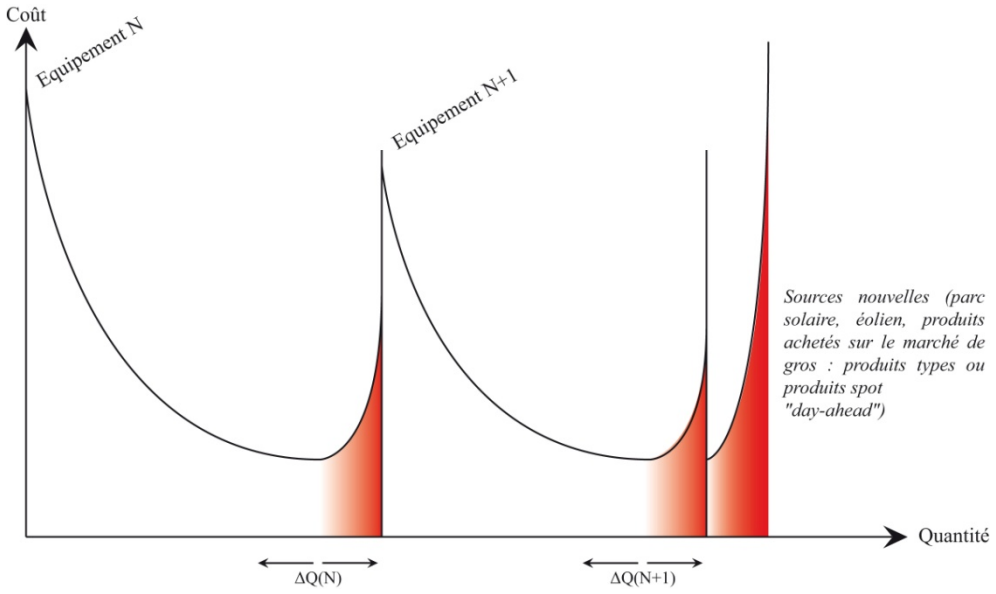


Figure 61 Passage de rendements croissants à des rendements décroissants.
Passage de rendements croissants à des rendements décroissants en cas de dépassement de Qmax sans nouvelle infrastructure. Ce dépassement oblige le gestionnaire à importer de l'énergie ou à enclencher des équipements de pointe (centrales thermiques par exemple) dont l'ensemble des coûts (financiers, écologiques, etc.) est très élevé. Schéma de l'auteur.

La gestion de la pointe de demande électrique génère donc des coûts importants pour EDF, qui se trouve obligée de faire appel à l'importation d'électricité produite par l'Allemagne, par exemple, ou de mettre en œuvre des moyens de production de pointe (très réactifs, comme les centrales thermiques) eux aussi très coûteux. Une autre solution pour répondre à cette pointe est l'utilisation des énergies renouvelables, comme l'éolien, mais la nature même de cette énergie (très forte variabilité de la source) suppose une densité importante d'unités de productions sur tout le territoire national, afin qu'au moins une partie du parc fonctionne aux heures de pointes (figure 61).

Les coûts des pointes électriques

La figure 62 schématise et quantifie les différents segments entre production et consommation : amont et aval des marchés de gros, et fonctionnement des marchés de gros. L'activité sur ces marchés est liée principalement à l'optimisation par les producteurs de la flexibilité de leurs moyens de production, aux opérations de « *trading* », aux échanges

transfrontaliers ainsi qu'à la couverture par les acteurs de marché de leur consommation prévisionnelle afin de satisfaire les besoins des clients.

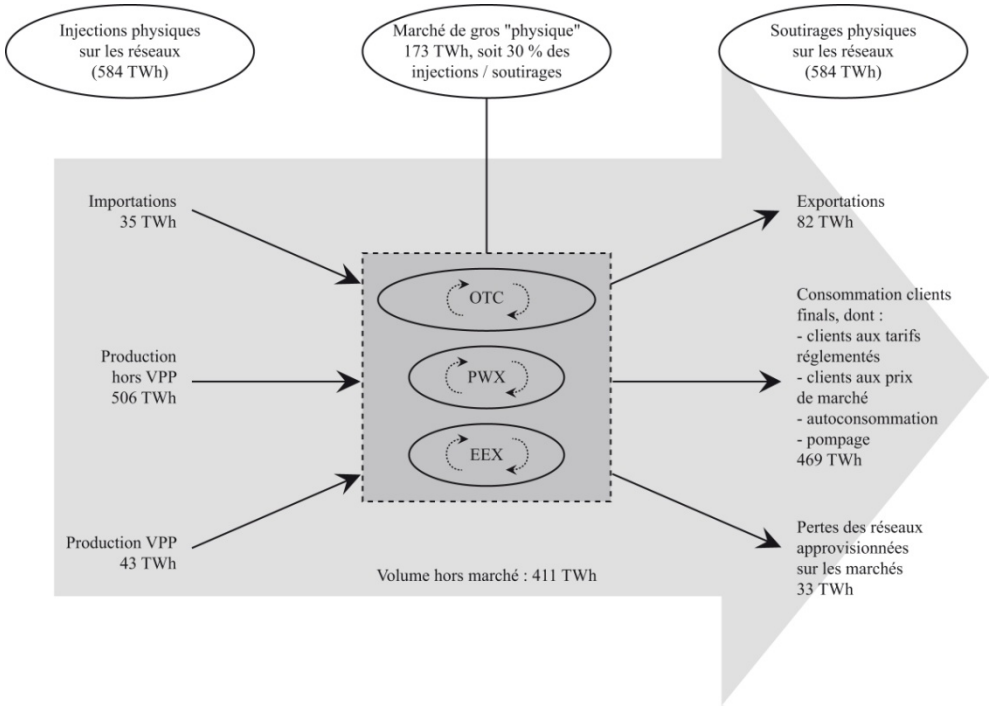


Figure 62 Les différents segments de la production à la consommation.
Schématisation et quantification des différents segments entre production et consommation : amont et aval des marchés de gros, et fonctionnement des marchés de gros. Sources : données RTE 2008, d'après analyse CRE[412] .

Parmi les produits échangés se trouvent les « produits Spot » ou « *day-ahead* », qui consistent en des achats négociés la veille pour le lendemain, reflétant ainsi l'équilibre offre/demande à court terme. Leur prix est, de ce fait, soumis à une très grande volatilité en raison de la non-stockabilité de l'électricité (nous l'avons vu, un excès de demande à un moment donné ne peut être compensé par un excès d'offre quelques heures auparavant), d'une grande variabilité potentielle des facteurs influençant l'équilibre offre-demande (comme les conditions climatiques : froid faisant augmenter la consommation, absence de vent induisant une chute de la production éolienne en Allemagne, etc.), ou d'événements – prévus ou non – sur le parc électrique (centrale tombant en panne, capacité d'interconnexion réduite, etc.).

Parallèlement aux aspects financiers, les coûts environnementaux des épisodes de pointes sont, eux aussi, élevés. La stratégie d'EDF qui consiste à allonger au maximum la durée d'exploitation de ses centrales nucléaires pour maintenir une offre en base suffisante génère une augmentation des risques liés à leur utilisation. De même, l'enclenchement de centrales thermiques fonctionnant au charbon, et l'importation d'électricité produite selon le même mode en Allemagne ne sont pas neutres en termes de bilan carbone.

[412] CRE, *Rapport d'activité 2009.*

L'éclairage public comme moyen de délestage lors des épisodes de pointe

Une autre alternative consiste, en parallèle d'une meilleure offre locale, à mieux gérer la demande en énergie. C'est bien sur cette voie que s'engage désormais la politique énergétique française, par le biais d'EDF, qui incite à la Maîtrise de la Demande d'Énergie (MDE) :

> « Depuis plusieurs années déjà, vous avez pris conscience de l'enjeu de la maîtrise de la demande d'énergie (MDE). Pour vous aider à économiser l'énergie, EDF vous propose des outils de gestion, des diagnostics et des formations spécifiques. » (Site web EDF Collectivités territoriales).

Les « diagnostics énergétiques de l'éclairage public » ont ainsi vu le jour, et de plus en plus de communes prennent des mesures d'extinction d'une partie de leur éclairage public (éclairage monumental, éclairage des voies de contournement) lors des pointes électriques. Aussi, RTE fait désormais de plus en plus appel, au cours de ces périodes de pointe, aux « effacements de consommation », en demandant aux ménages comme aux grands consommateurs de contribuer à réduire le soutirage. Par le biais de communiqués relayés par l'Association des Maires de France (AMF), RTE incite par exemple les communes à l'extinction de leurs bâtiments mis en lumière, voire à l'extinction d'une partie de leur parc d'éclairage public :

> « 16 décembre 2009 : L'Association des Maires de France et RTE engagent les maires à redoubler d'efforts pour maîtriser la consommation d'électricité aux heures de pointe. Vague de froid et lutte contre le changement climatique : modérer sa consommation électrique entre 17 h et 20 h.
>
> Dans le cadre de leur partenariat, l'AMF et RTE invitent les maires à prendre les dispositions nécessaires dans leurs communes entre 17 h et 20 h, et à relayer l'information. *Ces efforts contribueront également à la lutte contre le changement climatique.*
>
> La vague de froid observée cette semaine génère des niveaux de consommation d'électricité exceptionnellement élevés, en particulier à la pointe du soir à 19 h. Le niveau historique de 92 400 MW du 7 janvier 2009 pourrait être approché en fin de semaine selon les températures effectivement atteintes.
>
> Le système électrique français reste dans une situation tendue, plus particulièrement dans l'Ouest de la France et en région PACA. Ces deux régions sont plus fragilisées, en raison d'une faible production locale d'électricité et de réseaux dont la charge atteint leur capacité maximale.
>
> La modération de la consommation d'électricité des communes et de leurs administrés aux heures de pointe est donc particulièrement essentielle. Par des gestes simples, chacun peut y contribuer.
>
> L'AMF et RTE soulignent que ces actions contribuent également à la lutte contre le changement climatique. Les centrales de production répondant aux besoins de pointe sont en effet plus émettrices de CO2 (fioul et charbon).
>
> 'En cette période de froid qui se prolonge, j'invite les maires à prendre les dispositions nécessaires pour maîtriser la consommation municipale d'électricité entre 17 heures et 20

> heures, notamment dans les équipements publics, les bureaux, pour les mises en lumière, l'éclairage public…L'implication de chacun est une contribution utile pour tous, tant sur le plan environnemental que pour la sécurité d'alimentation électrique du pays.' indique Jacques Pélissard, Président de l'Association des Maires de France (AMF).
> Dominique Maillard, Président du directoire de Réseau de Transport d'Électricité (RTE), précise que 'dans l'esprit du partenariat que l'AMF et RTE ont conclu fin 2008, le soutien des communes à l'effort des citoyens prend tout son sens alors que le froid persiste en cette fin de semaine, et que les dernières prévisions de consommation à la pointe sont de 90 500 MW mercredi soir, et de 92 000 MW pour jeudi soir à 19 h.' » (Site Web RTE).

En avril 2010 paraît le rapport parlementaire du « groupe de travail sur la maîtrise de la pointe électrique », dit « rapport Poignant-Sido ». Ce rapport prône une plus grande maîtrise de la consommation d'électricité en France et propose 22 pistes d'actions ; la quatrième proposition fait état de l'éclairage public :

> « La maîtrise de certains usages contribuant à la pointe est d'ores et déjà engagée, notamment pour ce qui concerne l'éclairage. L'éclairage public constitue un gisement d'économie d'énergie. Un remplacement des luminaires les moins performants (principalement les lampes à vapeur de mercure, soit 30% du parc) permettrait de réduire en partie l'appel de puissance lié à l'éclairage le soir en hiver. Il pourrait être envisagé de cibler en particulier les 35 700 communes de moins de 10 000 habitants, rassemblant plus de 50 % de la population française et pour lesquelles une rénovation de l'éclairage public pose des difficultés spécifiques.
> Proposition 4 : Étudier le lancement d'un programme d'aide à la rénovation de l'éclairage public notamment par le remplacement des luminaires les moins performants. »[413]

2.1.2 Les organismes de la lumière

2.1.2.1 CIE, AFE et industriels de l'éclairage

CIE et AFE, promotion de la lumière et recommandations

Nous l'avons vu, la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) et l'Association Française d'Éclairage (AFE) ont toutes deux été crées en pleine période d'une ville soumise à l'automobile (voir première partie de ce travail, chapitre 2, § 2.1.2.1) servie par une rationalisation des pratiques de l'éclairagisme, par l'apparition des formations d'ingénieurs-éclairagistes et par un contexte d'intenses recherches autour des sources lumineuses. Ces deux organismes ont, dès leur naissance, eu pour mission principale de diffuser le plus largement possible des « principes » par le biais de « recommandations ».

Bien sûr, restreindre leur champ de recherche et d'action à l'éclairage public serait totalement réducteur : la CIE comme l'AFE participent, depuis leur création, à des recherches fondamentales sur la lumière comme « objet » en soi (la vision, la photométrie et la calorimétrie, le rayonnement naturel et le rayonnement provoqué par l'homme dans

[413] POIGNANT, SIDO, 2010, *Rapport du Groupe de travail sur la Maîtrise de la pointe électrique*, disponible en ligne. URL : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Poignant-Sido.pdf

les domaines de l'ultraviolet, du visible et de l'infrarouge du spectre, etc.). La CIE comme l'AFE ont pour but affiché de favoriser « la coopération internationale et l'échange d'informations entre les pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage » (site web de l'Organisation Internationale de Normalisation – ISO. Dernière consultation le 27 juillet 2010), ou encore d'être « un véritable lieu de rencontre dans lequel se retrouvent tous ceux qui s'intéressent à la lumière » et dans lequel « idées, expériences, avis, conseils et informations circulent librement entre tous les acteurs ». Néanmoins, une de leurs missions de base reste l'étude et l'élargissement des domaines d'application des usages de l'éclairage intérieur et extérieur, ainsi que la normalisation des moyens de production et de contrôle de la lumière.

La revue *LUX*, créée en 1928 par Joseph Wetzel (auteur de l'ouvrage phare des années 1930, *Les méthodes modernes d'éclairage*[414]), reste encore aujourd'hui une des principales publications dans le milieu de l'éclairagisme, traitant de l'actualité de l'éclairage public, de la mise en lumière architecturale, des nouveautés technologiques. Une contribution importante de l'AFE reste sans doute la publication régulière de recommandations, portant chacune sur un aspect ou une utilisation de la lumière artificielle et tentant des les normaliser : *Efficience énergétique en éclairage public*, *Guide de l'éclairage des installations sportives*, etc.

> « L'Association Française de l'Éclairage ou AFE est un véritable lieu de rencontre dans lequel se retrouvent tous ceux qui s'intéressent à l'éclairage. Ainsi, idées, expériences, avis, conseils et informations circulent librement entre tous les acteurs de notre association.
> Cette communauté structurée regroupe plus de 1000 architectes, urbanistes, concepteurs, décorateurs, médecins, chercheurs, ophtalmologistes, ingénieurs des villes, fonctionnaires de l'équipement routier et urbain, installateurs, distributeurs d'énergie électrique, grossistes distributeurs, fabricants de lampes, de luminaires, de systèmes de gestion et de composants…
> Chacun d'entre eux œuvrent (*sic*) pour la formation et l'information sur l'éclairage, ses techniques et ses applications, mais aussi sur la vision et tout ce qui touche de près ou de loin à la lumière. » (Site web de l'AFE, dernière consultation le 28 juillet 2010).

En 2006, commençant à entendre « certains points de vue spécifiques, extrémistes, contradictoires, intéressés, tant sur le plan national qu'international » (Guide 2006), l'AFE publie un guide sur *Les Nuisances dues à la lumière*. Il donne la parole aux différents acteurs intéressés de près ou de loin par la problématique : éclairagistes, usagers, astronomes, concepteurs lumière, écologues, ingénieurs territoriaux et enseignistes. En 2010, les « points de vue spécifiques » l'étant de moins en moins, l'AFE – estimant, dans une opposition digne des dualités entre l'ombre et la lumière, le Bien et le Mal, les savants et les ignorants, que « ne cessent de circuler les fausses idées venant troubler les bonnes pratiques » – édite une plaquette intitulée *Éclairage public : Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées*, questions qui reprennent un par un les arguments servant à justifier une

[414] WETZEL J., 1926, *Les méthodes modernes d'éclairage. Technique de l'utilisation de la lumière*, Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Léon Eyrolles Editeur.

réflexion de fond sur l'éclairage public, et auxquelles elle répond par *la Vérité*. S'il est indéniable que l'AFE détient une certaine expertise photométrique, cette posture d'exclusivité quant à toute décision autour de la lumière et de l'éclairage irrite de plus en plus parmi les professionnels voulant voir évoluer l'éclairage public, l'estimant encore trop souvent ancré dans une logique de conception selon des fonctions figées et donc sclérosantes.

Localement, les actions de l'AFE apparaissent comme étant « relativement limitées » en importance (entretien avec un Directeur Général des Services de syndicat d'énergies adhérent à l'AFE), mais trouvent tout de même leur intérêt dans le regard plus global qu'ils peuvent apporter à des acteurs locaux spécialisés dans un seul domaine. Un syndicat d'énergies ayant la main sur l'éclairage public peut ainsi demander à l'AFE des avis et retours d'expériences sur des problématiques d'éclairage intérieur, d'éclairage privé de magasins, d'enseignes lumineuses, etc.

Les industriels de l'éclairage

Le rôle des industriels de l'éclairage dans la promotion de la lumière auprès des communes n'est pas clairement identifiable dans le processus institutionnel, les municipalités devant passer par les mécanismes d'appel d'offres (Avis d'Appel Public à la Concurrence) régis par le Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) et le Code des Marchés Publics (CMP). Pour autant, les industriels prennent le relais des organismes d'éclairagisme de deux façons différentes : les documents commerciaux faisant la promotion des valeurs de la lumière artificielle, et les pratiques de lobbying et de séduction auprès des élus locaux.

Le premier point est aisément observable et découle d'un mécanisme de marché concurrentiel classique entre différentes entreprises qui tentent de se démarquer par le biais de la communication, à grand renfort de catalogues richement illustrés, de brochures et autres encarts publicitaires dans les revues spécialisées (notamment la revue de l'AFE, *LUX*). Bien sûr, depuis quelques années l'accent est mis sur les atouts « écologiques » ou « environnementaux » des matériels dont il est fait publicité ; ainsi, tous les luminaires éclairent désormais « juste », consomment « moins d'énergie » et sont ainsi, forcément, « l'éclairage du futur » et la solution qui redonnera vie aux nuits urbaines (image 60).



Image 60 Extrait d'une publicité pour une lampe Osram®, 2007.

Le second point – les pratiques de lobbying et de séduction, voire de corruption, auprès des élus – est naturellement plus difficilement cernable. Pour autant, le sujet est abordé relativement ouvertement, hors entretien formel ou enregistrement, par certains responsables de services techniques ou de syndicats d'éclairage. Les manifestations de ce lobbying par les entreprises afin de « décrocher un marché » vont des techniques commerciales classiques (prise en charge de frais pour des repas d'affaire, des déplacements sur des salons commerciaux, etc.) à des formes plus proches de la corruption comme, par exemple, la prise en charge totale de voyages à l'étranger, sans motif professionnel (communications orales avec plusieurs cadres de syndicats d'éclairage, hors entretien formel).

> efsCRB « alors après il n'est pas impossible qu'il y ait des fournisseurs de matériel d'éclairage public qui visitent des communes plus ou moins importantes et qui leur font miroiter euh tel ou tel euh avantage sur leurs produits et qu'après euh / et qu'après euh les élus nous disent 'nous on veut ce matériel là' / bon nous on sait euh on sait pas forcément que le fournisseur en question a démarché la commune avant / voilà bon ça peut arriver mais à mon avis c'est assez/ c'est/ c'est marginal quoi c'est / c'est euh ouais c'est marginal
> efsSC peut-être éventuellement pour / pour des gros parcs dans des grandes villes ?

> efsCRB oui alors après oui après sur des / oui des appels d'offres ponctuels plus conséquents sur une grande ville ou sur un gros projet euh / là à mon avis il peut/ il va peut-être y avoir des / euh un / les fournisseurs peuvent euh / peuv/ peuvent euh comment dire avoir un / un discours commercial et puis démarcher directement les élus » (Entretien personnel – anonymé – avec un cadre de syndicat intercommunal d'énergies, 2010).

2.1.2.2 Un but commun : étendre le parc lumineux des communes

Le poids des industriels de l'éclairage dans les organes de l'AFE

De nombreux acteurs intéressés dans tout ou partie de leur activité par la lumière adhèrent à l'AFE : acteurs techniques issus d'entreprises travaillant dans le milieu de l'éclairage public, industriels, commerçants (matériel électrique servant directement l'éclairage), élus mais également syndicats d'énergies, concepteurs lumière, etc.

Même si la simple présence au sein de l'Association Française de l'Éclairage de responsables d'entreprises dont le maintien de l'activité est plus ou moins directement dépendant de la vente de luminaires ne saurait, en soi, constituer une preuve de conflits d'intérêts influençant les prises de décisions et les orientations de l'association, plusieurs témoignages, lors d'entretiens personnels, concordent quant aux fortes connivences existant entre l'AFE et des industriels de l'éclairage :

> « parce que j'ai reçu le Président de l'AFE là / je leur ai dit froidement 'dites donc qui fait la norme ?' Il me dit 'ben c'est moi' je dis 'qui êtes vous vous ?' 'je suis fabricant' / je dis 'effectivement !' / moi j'ai connu ça euh dans l'eau potable euh où c'étaient les fabricants de stations d'eau potable qui faisaient la norme donc une fois que vous aviez trouvé les nitrates c'est très bien ils vous trouvaient autre chose puis autre chose et vous n'aviez jamais fini » (Entretien personnel avec le Directeur d'un syndicat d'énergies, 2007).
>
> « moi je pars du fait que l'AFE c'est une association d'éclairagistes / de gens/ de professionnels/ des professionnels de l'éclairage donc qui ont/ qui ont euh / entre guillemets une manne financière à se faire sur l'éclairage / donc on peut pas être à mon avis objectif quand il y a de l'argent en jeu // j'ai eu une entreprise aussi je sais qu'une entreprise a besoin de vivre ça crée des emplois je suis conscient de tout ça je/ je comprends qu'il faut un équilibre mais après c'est difficile d'être juge et partie en fin de compte / on peut pas dire euh 'on réduit l'éclairage' mais bon si on réduit l'éclairage moi j'en vends plus d'éclairage / euh et je pense qu'ils ne se posent pas aussi les bonnes questions c'est-à-dire qu'on va se dire 'ben moi je ne vends plus d'éclairage' au lieu de se dire 'ça me permettrait de rénover un parc complet' // je pense que l'AFE le problème c'est que euh / c'est que c'est/ ils/ ils/ ils sont/ c'est/ c'est pas assez euh / entre guillemets pluriactivités il va y avoir des industriels des éclairagistes mais il ne va pas y avoir par exemple des personnes d'une association » (Entretien personnel avec un employé d'un syndicat d'énergies, 2009).

Des recommandations taillées pour l'industrie de l'éclairage ?

Le seul texte normatif encadrant l'éclairage public à ce jour est la norme européenne EN 13201 (voir encart 4), que l'AFE présente comme « référentiel pour l'élaboration des

cahiers des charges, de mode de preuve de conformité et de contrôle des projets d'éclairage et de spécifications d'éclairage pour gérer la maintenance des installations d'éclairage », tout en précisant qu'elles sont « volontaires par essence » (revue *LUX* n° 228, mai/juin 2004, Cahier technique). Cette norme d'éclairage public a été adoptée par le comité européen de normalisation (CEN) en 2004. Le règlement intérieur du CEN définit que, pour les pays membres, le statut de norme nationale pour la norme européenne, doit être attribué sans modification. En France l'Association Française de Normalisation, contre l'avis de son propre comité de normalisation X90X en charge des questions d'éclairage et sous la pression du ministère de l'Équipement, s'est opposée à la norme européenne ainsi qu'à la publication du rapport technique associé à la norme.

Cette situation a engendré questions et confusions quant au caractère obligatoire de la norme européenne, en plus d'inquiétudes quant aux références à utiliser pour les exigences dans les appels d'offres sur les grands chantiers d'éclairage public. L'AFE a donc profité de ce vide pour publier en 1997 des « recommandations » par le biais d'un *Guide d'application de la norme européenne Éclairage public EN 13201*[415], qui s'appuie sur la norme européenne tout en adaptant les critères de voiries « aux types de voies publiques rencontrées en France ».

La norme EN 13201 et les recommandations de l'AFE ne reviennent donc pas sur une vision très fonctionnelle de l'éclairage public. Bien au contraire elles la renforcent, et il n'est pas rare, dans les Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP) auxquels se rapportent les appels d'offres des villes, de retrouver des exigences de performances lumineuses et de niveaux d'éclairement minimums issues des valeurs photométriques données par l'AFE, mais aucune exigence concernant le flux lumineux perdu dans l'hémisphère supérieur de l'installation :

> « Article 31 – Niveaux d'éclairement moyen et coefficient d'uniformité longitudinal de luminance. Éclairement moyen (niveau minimum à la mise en service) : 25 lux en 250 W SHP. 35 lux en 400 W SHP. 25 lux en 400 W mercure. Coefficient d'uniformité (E) moyen de luminance : 0,75. Ces niveaux sont donnés à titre indicatif, le Maître d'œuvre se réserve la possibilité de les modifier en se référant aux normes de résultats photométriques et de calculs donnés par l'Association Française de l'Éclairage. » (CCTP de la ville de Courtry, Seine et Marne, pour l'appel d'offres sur le marché éclairage public, 2005).

Encart 4 La norme européenne d'éclairage public EN 13201.

La norme européenne d'éclairage public EN 13201 selon l'AFE. Revue *LUX* n° 228, mai/juin 2004

« La norme européenne d'éclairage public a pour objectif d'établir les prescriptions sur les zones de circulation dans les espaces publics extérieurs dans le but d'assurer la sécurité aux usagers, le bon écoulement du trafic et la protection des biens et des personnes ; elle est constituée de quatre parties :

- La partie 1 : RT EN 13201-1 – Sélection des classes de chaussées, et ses prescription associées.
- La partie 2 : EN 13201-2 – Exigences de performances – définit les performances photométriques

[415] AFE, 1997, « Guide d'application de la norme européenne Éclairage public EN 13201 », *LUX*, septembre-octobre.

auxquelles doivent satisfaire des classes de chaussées établies à partir des prescriptions en cours dans différents pays européens.

- La partie 3 : EN 13201-3 – Calcul des performances – donne les procédures et les méthodes de calcul nécessaires à l'expression des performances photométriques des installations d'éclairage public (éclairements, luminances, maillage de points de calcul et de mesure, calcul de l'éblouissement et du rapport de contiguïté).
- La partie 4 : EN 13201-4 – Méthodes de mesure des performances photométriques – décrit les conventions et les procédures qui prévalent lors de la réception des installations d'éclairage public. Cette dernière partie a été publiée sous la forme d'une norme nationale (NF EN 13201-4).

Cette norme ne se prononce pas sur les critères qui justifient ou non l'éclairage d'une zone donnée ; elle ne porte en aucun cas préjudice aux prérogatives des pouvoirs des collectivités territoriales dans la mesure où elle n'impose pas l'obligation d'éclairer et n'influe pas sur la façon dont il convient d'utiliser les installations.

Bien que limitée au champ de la sécurité, son approche n'est absolument pas réductrice et laisse toute latitude aux maîtres d'ouvrage d'introduire dans leurs projets d'éclairage d'autres priorités telles que la valorisation du patrimoine architectural, la protection de l'environnement ou le renforcement de zones sensibles.

Les exigences photométriques sont exprimées sous la forme de valeurs « à maintenir » et s'inscrivent dans les préoccupations du développement durable : la garantie de bonnes conditions de visibilité pour les usagers doit être établie tout au long de la durée de vie de l'installation par un choix approprié des équipements et par une politique raisonnée de l'entretien et de la maintenance des installations d'éclairage. La grande amplitude de ces exigences permet au mieux d'optimiser les consommations d'énergie ; c'est ainsi que, pour un même site, on peut faire varier le niveau de l'éclairage par des systèmes télécommandés de gradation du flux lumineux lorsque la situation d'éclairage varie suivant la densité du trafic, la présence de piétons ou des contraintes événementielles.

Pour traduire la complexité de l'environnement urbain, la description d'une situation d'éclairage (partie 1) représente à la fois sa géométrie (présence de croisements, intersections, zones de conflits, etc.), ses usages (densité de trafic, difficultés de la navigation, risques d'agression, etc.) et ses conditions environnantes (complexité du champ visuel, environnement lumineux ambiant, conditions climatiques principales). Suivant une procédure de sélection définie dans la partie 1, la situation d'éclairage propre au site à éclairer est définie dans un tableau qui classe celle-ci suivant les types d'usagers et leurs vitesses respectives.

Cette situation d'éclairage regroupe une zone d'étude – par exemple, pour une voie urbaine, la zone d'étude peut concerner la chaussée et les trottoirs – pour laquelle des recommandations d'éclairage sont exprimées : contrôle de l'éblouissement, rendu des couleurs, guidage visuel.

Les classes d'éclairage qui constituent une zone d'étude sont données dans des tableaux de plages de classes d'éclairage spécifiées suivant le choix de paramètres :

- De premier niveau, tels les conditions atmosphériques, le type de séparation des voies et de croisement ;
- De deuxième niveau, telles la présence ou non de zones de conflits, la complexité du champ visuel et de la tâche de navigation suivant le niveau de luminosité ambiante (faible, moyenne ou élevée).

Une fois définie la classe d'éclairage de la zone à éclairer dans le rapport technique RT EN 13201-1, les tableaux d'exigences photométriques de la partie 2 de la norme (EN 13201-2) donnent les niveaux d'éclairement ou de luminance moyenne à maintenir avec les uniformités générale et longitudinale, la limitation de l'éblouissement et le rapport de contiguïté pour l'éclairage des abords. »

La norme EN 13201 définit des valeurs de luminance et d'éclairement à maintenir sur la durée d'un cycle de fonctionnement avant maintenance (8 000 ou 12 000 heures de fonctionnement réel, sachant que la moyenne nationale est de 4 200 heures de fonctionnement par an). Le facteur de maintenance de l'installation à prendre en compte

dépend principalement de deux facteurs de dépréciation : celui des luminaires et celui du flux lumineux émis par les lampes. La norme EN 13201 fixe les valeurs du facteur de maintenance en tenant compte de différents paramètres (tableau 15).

DEGRE DE POLLUTION	NOMBRE D'HEURES DE FONC-TIONNEMENT AVANT ENTRETIEN (H)	FACTEUR DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION (M)			
		TYPE DE LAMPE	LUMINAIRE		
			IP 55 VASQUE PLASTIQUE	IP 65 VASQUE PLASTIQUE	IP 65 VASQUE VERRE
Faible Degré 1	8 000	S.H.P. Tubulaire	0,74 à 0,78	0,76 à 0,80	0,81 à 0,86
	12 000		0,61 à 0,70	0,63 à 0,72	0,68 à 0,78
Fort Degré 2-3	8 000		0,63 à 0,66	0,68 à 0,72	0,76 à 0,80
	12 000		0,50 à 0,57	0,55 à 0,63	0,63 à 0,72
Faible Degré 1	8 000	IODURES METALLIQUES Brûleur céramique	0,59 à 0,70	0,60 à 0,71	0,65 à 0,76
	12 000		0,44 à 0,59	0,46 à 0,60	0,49 à 0,66
Fort Degré 2- 3	8 000		0,50 à 0,60	0,55 à 0,65	0,60 à 0,71
	12 000		0,36 à 0,48	0,40 à 0,53	0,46 à 0,61

Tableau 15 Définition du facteur de maintenance de l'installation d'éclairage (norme EN 13201). « Les plages de valeurs données à chaque facteur de maintenance prennent en compte les différentes performances de flux résiduel des lampes fournies par leurs constructeurs […], en fonction des caractéristiques particulières de chaque lampe concernée. » Source : AFE.

Ce coefficient, appliqué aux niveaux à maintenir, permet le calcul des caractéristiques à l'installation. Chaque intervenant dans le processus (élu, service technique, industriel menant l'étude photométrique, etc.), voulant se protéger d'éventuels recours risquant d'engager leur responsabilité, applique par-dessus le coefficient de maintenance une « marge de sécurité ». Au final, le niveau lumineux – même en fin de cycle de fonctionnement – est très souvent bien supérieur à celui défini dans la norme. On trouve ainsi, dans les cahiers des charges d'appel d'offres des clauses de protection, telle celle figurant au CCTP de la ville de Courtry (Seine et Marne) pour le marché éclairage public (2005) :

> « s'il se révélait que les lampes installées par l'Entrepreneur ne présentaient pas les garanties de durée de vie ou de flux lumineux édictées […], elles seraient remplacées par l'Entrepreneur à ses seuls frais et toutes sujétions comprises. »

L'émergence de doutes quant à l'application de la norme

De plus en plus, parmi les personnels des syndicats d'éclairage et services techniques des villes, une certaine lucidité quant aux intérêts de l'Association Française d'Éclairage se fait

jour. Beaucoup de techniciens et cadres récemment arrivés dans ces structures n'ont pas été nourris au sein du discours d'un éclairage fonctionnaliste, ne sont pas empreints des habitudes qui en résultent et portent un œil parfois très critique sur les recommandations et autres préconisations de l'AFE.

Le flou juridique entourant la norme européenne EN 13201 en est un bon exemple. Ce flottement a permis à l'AFE d'entretenir, par le biais du discours sur la responsabilité pénale, l'idée selon laquelle des niveaux d'éclairement minimaux étaient à maintenir absolument selon les différentes classes de voies. Néanmoins, ce même flottement quant au caractère obligatoire de l'application de cette norme a permis à beaucoup d'autorités concédantes de ne pas suivre les recommandations de l'AFE.

Plus encore, revient dans tous les entretiens effectués auprès de ces structures le fait que la norme EN 13201 est tout simplement inapplicable en zone rurale sans multiplier de façon conséquente le nombre de points lumineux, et donc également le budget communal alloué à l'éclairage public. Le principal point de blocage est un des éléments clés de la norme européenne et donc des recommandations de l'AFE : le calcul et le maintien d'un certain « coefficient d'uniformité » de l'éclairage afin de ne pas générer de creux de luminosité sur la voirie. Ce coefficient d'uniformité, défini comme étant le rapport de l'éclairage minimal à l'éclairage moyen sur la chaussée (voir chapitre 1 de cette partie) oblige souvent, en zone rurale, soit (à hauteur de feu et puissance de lampe inchangées) à diminuer la distance inter-mâts et donc à augmenter la densité linéaire de points lumineux, soit (à distance inter-mâts inchangée) à augmenter la hauteur de feu et donc à augmenter la puissance des lampes pour garder l'éclairement au sol préconisé.

Les syndicats d'énergies avouent donc ne pas pouvoir – et, politiquement, à un moment où ils incitent à une meilleure maîtrise des dépenses en énergies, ne pas *vouloir* – tenir ce discours face à des élus de communes qui voient leurs revenus diminuer (suppression de la taxe professionnelle, baisse des subventions de l'État, etc.) Beaucoup de services techniques ou de syndicats intercommunaux se trouvent ainsi pris entre deux feux : celui de l'élu qui demande une diminution des niveaux de consommation (donc, souvent, d'éclairement), voire une coupure de l'éclairage public en milieu de nuit (voir troisième partie de ce travail), et celui de l'AFE (à laquelle ils adhèrent parfois) qui leur impose niveaux minimaux, coefficients d'uniformité et qui proscrit toute coupure en agitant l'épouvantail de la responsabilité pénale.

« J'vais te dire, l'AFE on s'en tamponne hein ! »

Entretien personnel dans un syndicat d'éclairage, avril 2008

2.2 L'échelle locale

2.2.1 L'ensemble des possibles pour la gestion de l'éclairage

2.2.1.1 DSP, Gestion Globale et PPP

La Délégation de Service Public par concession, base historique de la gestion de l'éclairage

La réglementation offre aux collectivités plusieurs moyens pour gérer les services fournis aux administrés et encadrer leurs relations avec les fournisseurs, notamment : le régime des marchés publics, la régie, ainsi que la Délégation de Service Public (DSP). Cette dernière solution est généralement employée pour mettre en œuvre les infrastructures territoriales en réseaux (énergies et communications).

La DSP est « un contrat par lequel une personne morale de droit public confie la gestion d'un service public dont elle a la responsabilité à un délégataire public ou privé, dont la rémunération est substantiellement liée au résultat de l'exploitation du service. Le délégataire peut être chargé de construire des ouvrages ou d'acquérir des biens nécessaires au service. » (loi n° 2001-1168 du 11 décembre 2001, dite « loi MURCEF », article L.1411-1 du Code Général des Collectivités Territoriales). La différence fondamentale entre un marché public et une délégation de service public résulte du mode de rémunération retenu. Pour un marché public, le paiement est intégral et immédiat et effectué par l'acheteur public. Pour une délégation de service public, la rémunération est tirée de l'exploitation du service (§ 2.4.2 du Manuel d'Application du Code des Marchés Publics, 2004).

La notion de Délégation de Service Public a été progressivement définie par la jurisprudence, essentiellement par opposition à la notion de marché public, ainsi que par référence à d'autres catégories de contrats. Dans le cadre d'une DSP, qui peut revêtir la forme de la concession ou de l'affermage, la collectivité ne gère pas le service elle-même, mais ne s'en dessaisit pas pour autant. Elle devient une collectivité concédante, à savoir une commune ou un groupement de communes chargé par la loi de la responsabilité de l'organisation du service public, ici typiquement de distribution d'électricité. Par le pouvoir concédant qu'elle détient, la collectivité concédante en confie l'exécution à un

concessionnaire au travers du contrat le plus souvent rencontré dans la distribution d'électricité et dans l'éclairage public : le contrat de concession, qui est donc une forme spécifique de Contrat de Délégation de Service Public. Ce contrat permet à une Autorité Organisatrice de la Distribution (un syndicat d'énergies ou un service technique, par exemple) de confier à un opérateur (public ou privé) la gestion d'un service public, à charge pour lui de réaliser à ses frais les travaux de construction, et de mettre en place les moyens nécessaires à l'exécution du service, moyennant le droit de se rémunérer auprès des usagers (§ 2.4.2 du Manuel d'Application du Code des Marchés Publics, 2004). L'encart 5 donne l'exemple statutaire des compétences déléguées au SICECO en qualité d'autorité concédante organisatrice de la distribution d'électricité : la distribution d'électricité apparaît comme étant une base obligatoire, à laquelle peut venir s'ajouter la compétence éclairage public qui, elle, est optionnelle.

Encart 5 Extraits des statuts du SICECO explicitant les compétences qui lui sont déléguées.

Extraits des statuts du SICECO explicitant les compétences qui lui sont déléguées en qualité d'autorité concédante organisatrice de la distribution d'électricité (base obligatoire), ou qui peuvent lui être déléguées en éclairage public, par exemple (compétence optionnelle). Documentation SICECO, statuts adoptés par le Comité Syndical du 16 janvier 2008 et entérinés par les arrêtés préfectoraux du 29 décembre de la même année 2008.

« Article 5 – COMPÉTENCES OBLIGATOIRES

5.1 - Compétences en qualité d'Autorité concédante organisatrice de la distribution d'électricité

Le Syndicat exerce la compétence d'autorité organisatrice des missions de service public afférentes au développement et à l'exploitation du réseau de distribution publique d'électricité, ainsi qu'à la production et la fourniture d'électricité, et assure le contrôle du bon accomplissement des missions de service public de l'électricité dans les conditions prévues par l'article L.2224-31 du CGCT. À ce titre, le syndicat exerce notamment les activités suivantes :

5.1-1 Passation avec les entreprises délégataires, de tous actes relatifs à la délégation de missions de service public afférentes à l'acheminement de l'électricité sur le réseau public de distribution, ainsi qu'à la fourniture d'électricité ou, le cas échéant, exploitation en régie de tout ou partie de ces services ;

5.1.2 Organisation et exercice du contrôle du bon accomplissement des missions de service public par le (ou les) concessionnaire(s) et (ou) distributeur(s), dans les domaines techniques, comptables, juridiques et administratifs, inspection technique des ouvrages de la distribution publique de l'électricité, conformément aux dispositions législatives et réglementaires et du (ou des) cahier(s) des charges de concession, y compris le contrôle du reversement de la taxe sur l'électricité de la part des fournisseurs d'énergie électrique, ainsi que la désignation de l'agent ou des agents devant exercer ce contrôle et cette inspection ;

5.1-3 Maîtrise d'ouvrage des travaux des réseaux publics de distribution d'électricité

5.1.4 Représentation et défense des intérêts des usagers dans leurs relations avec les fournisseurs et les entreprises délégataires ;

5.1.5 Utilisation de l'informatique pour la mise en place d'un système de gestion et de suivi patrimonial du réseau de distribution électrique (cartographie – SIG ou autres) avec fichiers techniques, comptables ou financiers rattachés et compatibles avec les délégataires et/ou les collectivités adhérentes.

[…]

Article 6 – COMPÉTENCES OPTIONNELLES

6.1 – Éclairage public

Le Syndicat exerce, en lieu et place des membres qui en font la demande, dans les conditions visées notamment à l'article 8 des présents statuts, les compétences suivantes :

- La maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre de tous les investissements sur les installations d'éclairage public, d'éclairage des aires de jeux et des terrains de sports, ainsi que sur les signalisations lumineuses (feux et panneaux divers), les prises d'illuminations et la mise en valeur par la lumière des monuments et/ou bâtiments. D'une manière générale pour tous les thèmes listés ci-dessus : les extensions, renforcements, enfouissements, renouvellements, rénovations, mises en conformité et améliorations diverses.

- La maintenance et le fonctionnement des installations précitées, comprenant notamment l'entretien préventif, curatif, les interventions suite à des sinistres, ainsi qu'éventuellement les contrats d'achat d'électricité.

- Toutes les études générales ou spécifiques corrélatives à ces travaux et à leur réalisation, et notamment les actions de diagnostics de performance énergétique. »

Gestion Globale et contrats de Partenariat Public-Privé (PPP)

Au regard des textes régissant la commande publique, il apparaît que celle-ci se situe à la charnière entre le domaine public et le domaine privé, sur une ligne de partage qu'il est difficile de définir précisément et qui est mouvante au cours du temps. Selon le Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi (MEIE), « les modes actuels ont montré leurs limites ». Celui-ci soutient que, au plan macro-économique, si « le système de concession a fait ses preuves pour les services publics qui peuvent s'autofinancer via [des] péages ou [des] redevances », pour les autres services, non finançables par les utilisateurs finaux – et l'éclairage public en est un –, « le secteur public n'a plus la capacité économique et budgétaire de répondre aux attentes toujours croissantes des citoyens et usagers ». C'est là que, pour le MEIE, la dégradation des infrastructures, par exemple, trouverait sa source. Au plan micro-économique – et toujours selon le MEIE – les délais trop longs de mise en œuvre des marchés publics et leurs contraintes auraient pour conséquence un coût accru d'investissement, de fonctionnement et des périodes de construction plus longues. De plus, l'obligation de rendre compte serait insuffisante pour les projets directement réalisés par le secteur public, et leur entretien souvent négligé.

Quelle que soit la validité, en termes d'analyse économique, des assertions ministérielles citées, il n'en reste pas moins qu'un nouveau mode de commande publique a fait son apparition, qui se trouve entre les mains des collectivités territoriales depuis le 17 juin 2004 : le « Partenariat Public-Privé » (PPP). Le MEIE justifie sa création par :

> « [l'] existence d'un fossé croissant entre les attentes des usagers et le niveau des services fournis par le secteur public.
> [Le] besoin de focaliser la personne publique et ses ressources sur ses missions régaliennes.
> [Le] succès des expériences de pays voisins.
> [Des] finances publiques dégradées (État) ou en cours de dégradation (Collectivités Locales). »

Légalement, ce nouveau type de contrat permet donc à une collectivité territoriale de confier directement à une entreprise le financement, la conception, la construction, la maintenance et la gestion d'ouvrages, d'équipements ou de services publics, et ce sur une longue durée contre un paiement étalé dans le temps, effectué par la collectivité. L'entreprise choisie s'engage, en contrepartie, à conduire le projet ou à produire l'infrastructure et le service en assumant les coûts mais aussi les risques qui en découlent, puis se rémunère à même la tarification auprès des usagers et les économies réalisées s'il y a lieu. Pour pouvoir recourir à ce contrat, le donneur d'ordre, conformément aux réserves émises par le Conseil Constitutionnel, doit justifier d'une urgence ou d'une complexité particulière du projet (Eckert Malecot, 2008). L'urgence doit « résulter objectivement, dans un secteur ou une zone géographique déterminés, de la nécessité de rattraper un retard particulièrement grave affectant la réalisation d'équipements collectifs » (Conseil Constitutionnel, décision n° 2003-473 du 26 juin 2003), mais rien ne vient définir le seuil de gravité amenant à conclure un PPP. La complexité du projet, quant à elle, se manifeste au moment où « la personne publique n'est pas objectivement en mesure de définir seule et à l'avance les moyens techniques répondant à ses besoins ou d'établir le montage financier ou juridique du projet » (article 2 de l'ordonnance n° 2004-559 du 17 juin 2004).

Ainsi, malgré leurs avantages apparents – car fortement mis en avant par le MEIE –, les PPP sont pointés du doigt sur la base d'expériences qui montrent que les modifications à ce type de contrat sont longues à apporter, et coûteuses pour la collectivité. La durée même des contrats constitue une prise de risque conséquente : comment prévoir les évolutions technologiques et celles des besoins sur une période de 10, 15 ou 20 ans ? Nombreux sont ceux qui voient dans les contrats de PPP un nouveau mode de quasi privatisation de certaines missions de services publics. Eckert Malecot (2008) nous dit ainsi que, « contrairement à la volonté du Conseil Constitutionnel, le contrat de partenariat pourra devenir le droit commun. Alors la notion de bon usage des deniers publics, chère au juge constitutionnel, perdra de sa superbe. » Un rapprochement avec ce qui s'observe au niveau des grandes infrastructures de transport est possible, où l'on observe que les bénéfices effectués par les entreprises multinationales sont réinvestis dans des acquisitions d'envergure toujours plus grande à l'international, plutôt que dans l'évolution et la modernisation de l'existant :

> « Ces gains de productivité vont constituer : un surplus net pour les sociétés, qui […] ne sera pas utilisé au profit du réseau concédé ; une perte sèche pour l'usager qui finance ainsi une rente pour l'entreprise et ses actionnaires, ce qui est en totale contradiction avec la notion de service public. »[416]

[416] CADOUL T. et PERTUISET T., 2006, *La privatisation des sociétés concessionnaires d'autoroutes*, URL : http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/cours/lenoir/dossiers0506/privatisation_autoroute.pdf

ETDE, INEO, Citeos, Vinci Energies, NeoLight et consorts : la course aux PPP

Les grandes entreprises de production et gestion énergétique ne sont pas nouvelles dans le paysage de l'éclairage public en France : ces grands groupes travaillent depuis plusieurs années déjà avec les services techniques et les syndicats d'énergies en tant qu'opérateurs privés sur des marchés qu'ils auront « décrochés » suite à des appels d'offres « classiques ». Pour autant, l'arrivée du nouvel outil juridique qu'est le contrat de PPP leur permet de s'installer plus durablement et de façon plus sécurisée sur un marché, sur une zone géographique : il n'est pas rare qu'un PPP engage une ville et une entreprise pour une durée de 20 ans. Le caractère « urgent » de la commande publique, s'il est démontré, permet pour les villes de débloquer rapidement une enveloppe financière. Dès lors, on comprendra aisément que les PPP soient devenus, en quelques années, « le Graal » de tous ces groupes dans une optique de pérennisation de leur activité (encart 6).

Encart 6 « La ville de Beaune et INEO, partenaires dans l'éclairage public »[417].

« Qui ne connaît Beaune et son Hôtel-Dieu, son centre ville historique, ses toitures parmi les plus remarquables de la région ? Un fantastique patrimoine que la capitale des vins de Bourgogne a décidé de magnifier.

En partenariat avec INEO, filiale du Groupe GDF SUEZ, la ville de Beaune va créer un plan lumière. En mettant en scène lumineuse son cœur historique et en reliant chaque bâtiment remarquable par un cheminement lumière composé d'éclairages LED, la ville va créer un véritable parcours-spectacle. Son apothéose se situera entre les mois d'avril et de septembre, période durant laquelle Beaune proposera sept projections géantes sur des édifices emblématiques, tels la collégiale, les hospices, le beffroi ou le musée du vin. Spectaculaire, cette initiative n'est pas seulement festive. S'inscrivant dans une démarche de développement durable, le partenariat signé, à la mi-octobre avec INEO, est véritablement global. La commune et l'entreprise ont, en effet, conclu le premier partenariat public privé (PPP) de France portant sur la mise en valeur du patrimoine. D'un montant de 24 millions d'euros sur 15 ans, ce contrat prévoit non seulement la mise en valeur du bâti, mais aussi l'amélioration du système d'éclairage urbain.

D'ici à 3 ans, le parc d'éclairage public municipal sera rénové à plus de 81 % par INEO. Ce qui devrait diminuer de 47 % la consommation d'énergie associée à ce poste.

Par ailleurs, un plan de cohérence nocturne a été élaboré afin d'améliorer durablement la qualité et l'efficacité de l'éclairage urbain. Les hauteurs des mâts seront abaissées, les inter-distances et la puissance de chacune des sources adaptées au réel besoin pour éclairer juste. Les technologies les plus innovantes seront également utilisées, notamment des points lumineux télé-gérés, des luminaires à LED moins énergivores que les lampes au sodium classiques, des luminaires solaires et éoliens. L'intégralité des candélabres sera en outre remplacée par des équipements à haut rendement et à faible pollution lumineuse. »

Ce nouveau contrat de commande publique n'est, pourtant, peut-être pas le plus intéressant pour les villes : le risque est fort, pour elles, de perdre la main sur leurs équipements et infrastructures. De plus, le manque de recul face à ce mode de gestion d'un service public laisse planer une grande incertitude quant à l'état du parc lumineux qui sera

[417] GDF SUEZ, « La ville de Beaune et INEO, partenaires dans l'éclairage public », article en ligne, dernière consultation le 2 août 2010.
URL : http://www.gdfsuez-flash-energie.fr/La-ville-de-Beaune-et-Ineo

rétrocédé à la fin du PPP. Le mode d'attribution d'un PPP pousse les entreprises à arguer d'une urgence et à promettre des miracles grâce à des investissements rapides et massifs. Cependant, nul ne sait aujourd'hui si l'investissement sera continu, si le parc lumineux sera modernisé régulièrement selon les nouvelles technologies disponibles, et un choix technique qui peut s'avérer judicieux aujourd'hui peut totalement tomber en désuétude dans 10 ou 15 ans, suite à l'arrivée de nouvelles technologies. Faut-il alors prendre le risque, pour une municipalité, d'investir massivement à un instant précis pour moderniser l'essentiel du parc puis rester figée les 15 années suivantes, ou est-il préférable d'avoir une logique de modernisation « continue » du parc et du réseau, année après année par un raisonnement en « âge moyen », permettant ainsi d'intégrer plus régulièrement les avancées technologiques ou, éventuellement, les évolutions normatives ?

Les évolutions à venir en matière de regroupements, certainement demandées aux syndicats d'énergies d'ici à 2015-2020 afin de faciliter les échanges avec ERDF (ou tout autre acteur concurrent sur la distribution d'électricité), laissent poindre la possibilité de voir la gestion des PPP de certaines villes – qui pourront à ce moment, si elles le souhaitent, donner leur compétence éclairage public à ce qui sera devenu un syndicat réellement départemental – tomber dans le giron de ce dernier.

L'éclairage, petite partie d'une « globalité » à gérer et à « maîtriser »

Aux côtés des PPP s'est fortement développée la « gestion globale », souvent proposée par les mêmes entreprises, qui vise à récupérer, sur une ville, non seulement la gestion de l'éclairage public de voirie mais aussi celle de tout « équipement urbain dynamique » : technologies de mise en valeur patrimoniale par la lumière, de régulation du trafic, de contrôle d'accès de voirie, de vidéosurveillance, etc. (image 61).

Nous pouvons nous interroger sur ces changements à l'œuvre dans la ville. Que signifie, pour une entreprise qui doit se financer à même les revenus générés par la prestation de service, la notion de bien commun, de bien public ? Que représente pour elle la notion d'espaces publics, alors même que ceux-ci sont déjà bien malmenés par du mobilier urbain qui n'accepte plus que quelques modes d'utilisation que leurs concepteurs ont au maximum rationalisé, qu'ils sont restreints par des enclaves résidentielles qui clôturent chacun de leurs accès, et qu'ils sont surveillés à outrance suivant des théories d'espaces défendables qui pensent que ce qui survient dans la ville provient nécessairement de la ville. Doit-on laisser à un groupe privé, pour 20 ans, autant de prise sur l'aménagement des espaces publics, de ces espaces qui fabriquent la ville ?



Image 61 La gestion globale, solution pour la « maîtrise de l'espace urbain ».
La maîtrise de l'espace urbain selon Citéos. Documentation Citéos, 2010.

2.2.1.2 Le problème de l'éclairage privatif

Des acteurs nombreux, sans véritable coordination

L'espace de prédilection de l'éclairage privatif est la périphérie urbaine, avec ses zones commerciales et ses zones industrielles. Si, dans les secondes, l'éclairage privatif découle souvent d'un réel besoin en termes d'activités (transits de poids lourds autour des entreprises de transport, par exemple), il n'en est pas de même dans les zones commerciales, où l'éclairage privatif ne sert qu'une promotion visuelle relativement théorique quand aucun regard ne se pose véritablement et attentivement sur ces non lieux. Pour autant, la surenchère visuelle pousse chaque enseigne à se doter d'un éclairage puissant, fait de luminaires peuplant les pages « éclairage des grands espaces » des catalogues de constructeurs. Aucune exigence photométrique n'est ici mise en œuvre, et la qualité de la lumière dans ces espaces est à la mesure de la cohérence du bâti : inexistante.

Pour autant, la ville nocturne doit faire avec cet éclairage, rien ne pouvant le contraindre d'un point de vue législatif ou normatif.

Les lotissement : conception privée, puis retour à la gestion publique

La gestion privée de l'éclairage est également présente dans les quartiers résidentiels, et plus particulièrement dans les lotissements. La conception de cet éclairage est souvent faite par un bureau d'étude rattaché plus ou moins directement à un fabricant pour qui les performances photométriques et l'efficience énergétique ne sont pas toujours au premier rang des préoccupations. Dans le meilleur des cas, le syndicat d'énergies en charge de l'éclairage public sur la commune ira conseiller le maire ou le promoteur du futur lotissement, afin de fixer un cahier des charges imposant un certain nombre de critères techniques, essentiellement sur la base sécuritaire. Si ce travail n'est pas effectué en amont de l'implantation du parc d'éclairage, l'autorité concédante sur la commune aura à faire face au fait accompli :

> « ils [les promoteurs] partent d'une uniformité à respecter sur la voie euh / et après c'est simplement donné à un cabinet euh qui euh en l'occurrence devait être Comatelec qui fait l'étude et qui/ ben les luminaires sont à / voila quoi / ils sont à telle distance de la chaussée euh une crosse de tant euh on met une lampe de tant pour avoir tant au sol et voila c'est eux qui font tout et euh / ben ça donne ce qu'on a vu » (Enregistrement lors d'une réunion dans un syndicat intercommunal d'énergies, 2007).

Souvent, pour des raisons de coûts et de simplicité de gestion et d'entretien, le parc de luminaires d'un lotissement sera rétrocédé au syndicat d'énergies ou au service technique en charge de l'éclairage public de la commune d'implantation.

> « ça aurait été logique que sur la chicane ils mettent des petits spots euh/ du balisage à LED comme on fait maintenant là au ras du trottoir / mais le problème dans ces/ bon le problème il/ chez nous c'est que / c'est ce qu'on explique tout le temps c'est que nous on est/ on est euh / dans le meilleur des cas un service annexe aux travaux c'est-à-dire que nous on n'a aucune vision des travaux qui sont en cours euh le catalogue le calendrier on sait pas / je veux dire on est un peu comme euh / on se rend compte des choses quand elles sont faites / et pas avant // et après souvent on récupère mais on peut plus rien faire on va pas dire à l'élu euh 'faut tout rouvrir ou faut refaire l'implantation il y a trop de point etcétéra' / on peut pas » (Enregistrement lors d'une réunion dans un syndicat intercommunal d'énergies, 2007)[418]

Certaines autorités concédantes font alors appel à un cabinet d'audit afin de vérifier l'état sécuritaire du parc rétrocédé par le promoteur et que celui-ci procède à sa mise en conformité. En revanche, rien ne peut être imposé en termes d'ULOR ou de niveaux d'éclairement, d'où l'importance du travail en amont afin que la commune – car elle seule le peut – impose un cahier des charges plus qualitatif.

[418] Cet extrait de réunion suit directement l'extrait précédent.

2.2.1.3 La logique fonctionnaliste encore prégnante

L'inertie des infrastructures

L'éclairage public d'une commune est, pour celle-ci, un poste d'investissement à long terme. Quand une commune décide de changer un parc de luminaires ou bien d'installer de nouveaux points lumineux, le matériel est acquis pour 10 à 20 ans avec, pour toute la durée de l'investissement, des contraintes fortes en termes de maintenance (interventions « de routine » pour le relampage, le nettoyage des optiques et vasques, etc.) et de réparations (interventions sécuritaires sur le luminaire ou sur l'ensemble électrique nécessaire à son fonctionnement). En plus des coûts d'implantation (ouverture de voirie, modification ou extension du réseau existant, maçonnerie), chacune de ces interventions « de suivi » nécessite de faire appel à du personnel technique qualifié en ce sens (il faudra, par exemple, une qualification particulière à un technicien dès lors que celui-ci aura à intervenir dans des armoires de commandes électriques). L'enfouissement des lignes électrique, très demandé par les communes aux gestionnaires de compétence car efficace du point de vue paysager, s'avère pourtant ne pas être l'idéal en termes financiers pour une petite commune : une réouverture, coûteuse, peut être nécessaire en cas de dommages sur le réseau, et toute modification de l'existant nécessitera inéluctablement l'intervention d'entreprises de travaux publics ; autant de coûts supplémentaires qui peuvent venir s'ajouter aux seuls coûts des luminaires. Une infrastructure complexe, donc, d'autant plus que chaque élément du système a sa propre espérance de vie, qui ne « s'emboîte » pas toujours parfaitement avec celle des autres (figure 63).

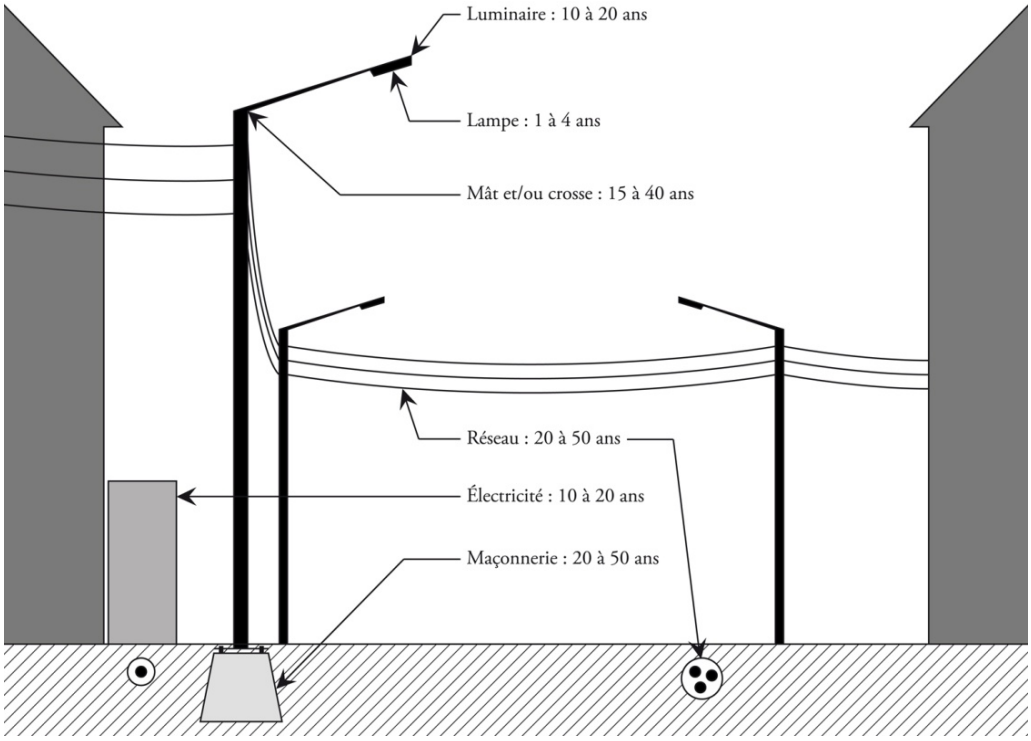


Figure 63 Les échelles de temps dans les installations d'éclairage public. Schéma de l'auteur.

De plus – et non sans lien – la superposition des strates temporelles dans l'installation des luminaires est bien visible. Une nouvelle strate n'efface pas automatiquement la précédente (durées de vie différentes) et, peu à peu, des points lumineux peuvent s'accumuler à certains endroits.

> « c'est vrai qu'il y a une inertie qui fait qu'il y a des travaux en cours et puis euh il y a des choses qui se font qui sont bien et puis des fois il y a des loups et / et quand il y a des loups comme ça ben on peut plus revenir en arrière / alors il y a l'investissement de la commune mais il y a aussi l'argent que nous on donne et / et des fois c'est de l'argent mis en l'air quoi » (Enregistrement lors d'une réunion dans un syndicat intercommunal d'énergies, 2008).

Trop occupé à élargir le parc sur ses marges et à l'uniformiser en son sein, on oublie parfois d'enlever d'anciens points aujourd'hui inutiles. Ici c'est le plan de circulation qui aura changé ou une usine qui aura fermé, là ce sont des luminaires aux performances photométriques bien supérieures qui auront été implantés à quelques mètres de l'ancien matériel, rendant celui-ci inutile. Un syndicat départemental comme le SICECO estime que 4 à 5 % des points lumineux de son parc constituent ainsi un « suréclairage » facilement « traitable ». Ce suréclairage est bien plus présent dans les agglomérations urbaines qu'en zones rurales : les croisements et ronds-points sont les types de voiries les plus propices à la superposition de points, et les empreintes lumineuses des éclairages privatifs (vitrines des magasins, par exemple) viennent se surajouter à celles de l'éclairage public.

Au-delà même de ces contraintes techniques, la « mémoire » du parc lumineux est très marquée. On constate ainsi, au contact des élus et des personnels d'autorités concédantes que, dès lors qu'une zone a été, plusieurs années auparavant, équipée avec un nombre donné de points lumineux par unité de longueur, il est difficile par la suite de faire accepter une réduction du parc. La diminution du nombre de points lumineux est perçue, chez beaucoup d'élus mais aussi pour de nombreux techniciens, comme une diminution de la qualité d'un service.

Des habitudes bien ancrées

Le poids des habitudes se ressent fortement au sein des syndicats d'énergies ou des services techniques en charge de l'éclairage public, structures dans lesquelles les questionnements nouveaux, notamment en matière de considérations énergétiques et environnementales, autour de certaines pratiques bien établies sont rares et, quand ils existent, souvent perçus comme une volonté forte de déstabilisation d'un certain « ordre ».

> « il y a/ il y a un système euh je vais rien cacher il n'y a rien à cacher tout le monde s'en rend bien compte on a un système avec des gens qui sont là depuis très très longtemps qui ont une façon de travailler et malheureusement c'est des fois difficile de faire bouger les choses // ça/ ça déstabilise ce qu'ils ont mis en place depuis des années / je m'en étais aperçu quand la chef de cabinet du maire de [C] m'avait dit 'des gens comme vous des/ des cellules grises comme vous sur les questions actuelles on en a besoin / le problème c'est euh / vous vous retrouvez ici' elle

> dit 'je vais vous dire franchement les choses ici il y a des vieux rombiers [*sic*] qui sont là depuis 30 ans qui sont montés avec le piston qui sont montés et ci et ça / on vous lâche là-dedans mais vous faites la révolution !' // c'est ça/ c'est de ça qu'ils ont peur / alors que je suis pas révolutionnaire ce serait plus d'organiser les choses les mettre en place en réfléchissant bien voila mais/ mais ils ont peur / ils pensent qu'on vient tout casser quoi (silence) quand on bouleverse on bouleverse tout un système / on vient contrecarrer un ronronnement qui était là tranquillement et euh / ils aiment pas du tout dans le sens où ils se sentent agressés parce qu'ils sont obligés de réagir/ ils peuvent plus attendre ils sont obligés de réagir / comme ils sont dans une politique attentiste ils / ben là ils sont obligés de se réveiller de faire quelque chose donc ils se sentent agressés même si ils le sont pas » (Entretien personnel – anonymé, les sigles et noms entre crochets ont été changés – avec un employé de syndicat intercommunal d'énergies, 2009).

Au niveau des directions, le discours se veut souvent plus optimiste, tout en concédant que les habitudes sont bien réelles et difficiles à faire évoluer

> « peu à peu on arrive à faire changer les choses pour que euh / le but final en fait/ ce qu'on voudrait être nous c'est une sorte un peu de / de service qualité en disant 'tous les travaux passent par nous et on valide ou pas / on subventionne ou on subventionne pas en fonction des puissances ou du matériel par exemple' // voila c'est ce qu'on voudrait faire // et peu à peu je pense qu'on va y arriver » (Enregistrement lors d'une réunion dans un syndicat intercommunal d'énergies, 2007).

Toute évolution n'est donc pas hors de propos et, par le levier largement prépondérant des économies budgétaires, les logiques d'économies d'énergies par la maîtrise de la demande s'installent et trouvent chez les industriels les innovations technologiques qui répondent à ces préoccupations naissantes (mais peut-être sont-ce les préoccupations qui répondent aux innovations ?).

2.2.2 Syndicats intercommunaux et services techniques

2.2.2.1 Rôle et fonctionnement des syndicats et services techniques

Les syndicats d'éclairage : un fonctionnement de communauté de communes

L'histoire des syndicats intercommunaux qui ont acquis la compétence éclairage public est intimement liée à celle des syndicats d'électricité, et donc à l'histoire des réseaux électriques. Comme nous l'avons vu, ces derniers sont apparus sur le territoire national dans les années 1920, sous l'impulsion première des communes : les communes ont créé ces réseaux de distribution qui, encore aujourd'hui, leur appartiennent entièrement. Le réseau de distribution (20 kV, 15 kV et BT) n'appartient donc pas à EDF (et aujourd'hui à ERDF, filiale d'EDF) mais lui est concédé (par les mêmes mécanismes de concessions que l'on retrouve dans la gestion de l'eau ou de l'assainissement ; ERDF est cependant un acteur particulier puisqu'il gère aujourd'hui 95 % du réseau de distribution en France). Ces

syndicats d'électricité, dits « syndicats primaires », ont donc été créés pour gérer ces réseaux pour les communes.

EDF, lors de sa création en 1946, s'organise à l'échelle départementale par le biais de centres départementaux. C'est à cette période que se créent les syndicats départementaux d'électricité qui vont, dans chaque département, « récupérer », englober les différents syndicats primaires des années 1920. Ainsi, il existe aujourd'hui, dans chaque département, un syndicat intercommunal qui a en charge la compétence électricité (plus ou moins étendue : certains syndicats ne vont, par exemple, pas prendre la compétence entretien/réparations et ne gèreront que les travaux en neuf) des communes adhérentes.

Beaucoup de départements voient, encore aujourd'hui, subsister les syndicats primaires créés dans les années 1920 et 1930. Ainsi, dans près d'un tiers des départements, ces syndicats primaires sont maîtres d'ouvrage et gèrent donc syndicat par syndicat les appels d'offres. En Côte d'Or, les syndicats primaires qui étaient au nombre de 37 ont subsisté, légalement, jusqu'en 2008, date d'une réforme statutaire. Ces syndicats primaires ont souvent moins de personnel, mais surtout moins de poids et apparaissent donc moins pertinent techniquement et économiquement par rapport à un syndicat d'ampleur départementale.

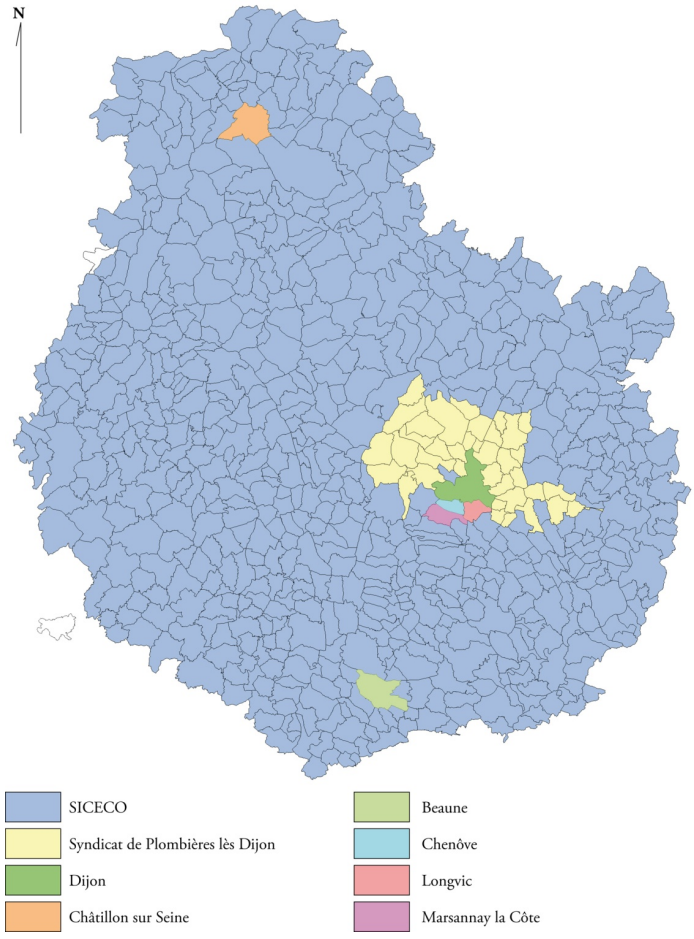


Figure 64 Cartographie des différentes Autorités Concédantes de Côte d'Or. Cartographie de l'auteur, d'après documentation SICECO.

Depuis, électriquement, 662 communes adhèrent au SICECO (Syndicat Intercommunal d'Électricité de Côte d'Or, syndicat majoritaire, figure 64), 37 au Syndicat de Plombières lès Dijon, et 6 villes gèrent leur concession électricité directement avec ERDF. Il existe cependant un principe de solidarité, par le biais d'une péréquation tarifaire mise en place dans les années 1930, entre l'urbain et le rural : quelques centimes sont ainsi prélevés par kilowattheure acheminé en milieu urbain et sont reversés pour des travaux en milieu rural. En Côte d'or, les communes sous régime urbain sont au nombre de 25.

En 2006, une loi découlant de la réforme des collectivités territoriale pousse à un regroupement des différents syndicats intercommunaux, afin de n'avoir plus qu'un seul gestionnaire par département et donc un seul interlocuteur pour ERDF. En Côte d'or, la préfecture souhaiterait ainsi voir le Syndicat de Plombières lès Dijon et les différentes villes indépendantes rentrer dans le périmètre du SICECO. Il apparaît évident qu'ERDF pousse également au regroupement des structures intercommunales, pour des raisons de simplification mais aussi – surtout – pour faire face à l'ouverture des marchés de gestion du réseau mis en place par l'Europe depuis 2006. ERDF voit en effet d'un très mauvais œil l'arrivée de groupes comme Veolia (groupe Suez), Cegelec (groupe Vinci) ou encore ETDE (groupe Bouygues). Par un mécanisme déjà bien observé dans d'autres mise en concurrence de la gestion de réseaux, ERDF craint – à raison – une ruée des nouveaux opérateurs sur les grandes agglomérations, très rentables car offrant un ratio nombre d'abonnés/taille du réseau à entretenir très avantageux. Il ne resterait donc à l'opérateur historique que les zones rurales, dans lesquelles la taille du réseau à entretenir (coûts fixes) est très élevée, mais le nombre d'abonnés petit. ERDF pousse donc au regroupement entre syndicats intercommunaux et services techniques des agglomérations, et ce par le biais d'incitations financières (bonus, systèmes de redevances, etc.).

Nous verrons, en troisième partie de ce travail, que les syndicats intercommunaux ayant la compétence éclairage public sont les interlocuteurs primordiaux dans la mise en place de politiques de réduction de la pollution lumineuse, par le biais d'incitations envers les communes : un syndicat peut ainsi décider d'éditer une charte interne, de ne plus subventionner l'installation de nouveaux points lumineux ou encore d'imposer que le choix des luminaires installés se fasse entre des modèles qu'il aura auparavant, en interne, labellisés.

Demande, fourniture et maintenance

Pour qu'un syndicat d'énergies puisse intervenir dans une commune pour un dossier concernant l'éclairage public, il faut avant tout que celle-ci lui ait transféré la compétence dans ce domaine. Dans nombre de syndicats, cette compétence est une de celles qui sont optionnelles (avec par exemple le gaz, l'achat d'électricité, l'assainissement, etc.) ; la seule compétence véritablement obligatoire est souvent, pour des raisons historiques, la distribution d'électricité. Dès lors que cette compétence éclairage public est transférée par la commune au syndicat, celui-ci peut agir en tant que maître d'ouvrage sur les travaux

neufs, la maintenance et les sinistres, ces trois « pôles » couvrant donc toute la vie d'un luminaire. Pour couvrir complètement le système, un syndicat a désormais la possibilité de prendre la compétence d'achat de l'énergie électrique nécessaire à l'éclairage public pour en faire bénéficier la commune par le biais d'une participation proportionnelle au nombre de points lumineux.

En Côte d'Or, le SICECO réalise et subventionne ainsi différents types d'interventions sur l'éclairage des voiries, des terrains de sports et de divers équipements communaux, les illuminations temporaires et festives, la mise en valeur par la lumière de monuments et bâtiments ainsi que l'entretien de la signalisation lumineuse et des feux tricolores.

Si le transfert de la compétence éclairage public est effectif, la commune peut, dès lors, effectuer ses demandes de travaux auprès du syndicat, afin qu'un technicien puisse se rendre sur le terrain pour procéder à une estimation du matériel (choisi en toute liberté par la commune, avec cependant les conseils du syndicat) et/ou des travaux demandés, avant de les faire chiffrer précisément par l'entreprise titulaire du marché sur la zone géographique de la commune (entreprise qui aura été désignée sur le lot géographique, suite à un appel d'offres, pour un contrat d'un an renouvelable trois fois). Une fois ce devis établi, il est revu entre le technicien et la commune, discuté, ajusté puis validé. La commande peut alors être passée à l'entreprise, qui est soumise à un délai d'intervention. La réception après travaux se fait ensuite en présence des élus, donnant lieu à la signature d'un procès verbal de réception et donc à la facturation par l'entreprise au syndicat qui, après vérification, la transmet à la trésorerie départementale afin que l'entreprise soit rémunérée.

Les performances des matériels d'éclairage baissent au cours du temps : le vent contraint les lanternes et les supports, la pluie et le gel les attaquent, les différentes optiques s'encrassent et les éléments électriques et/ou électroniques (ballasts, condensateurs, amorceurs, câbles) perdent une part de leurs capacités. La maintenance est donc primordiale pour éviter le gaspillage énergétique, garantir la sécurité électrique et le bon fonctionnement d'une installation, et ce le plus longtemps possible. Elle s'effectue tout au long de l'année, par des visites préventives (dépannage dans le cadre des tournées régulières), curatives (correctif), ou en cas de sinistre (intervention sécuritaire), chacun des ces trois types d'interventions étant facturé à un tarif déterminé (avec un tarif jour et un tarif nuit pour les interventions sécuritaires). Plus rarement, environ tous les trois ans en moyenne, des opérations de « relampage » (le remplacement des lampes) sont programmées et effectuées par le gestionnaire de compétence.

2.2.2.2 Le maire : ultime décideur sous influences

Quelle définition pour l'éclairage public ?

Il n'existe pas de définition objective, et encore moins légale, de ce qu'*est* ou *doit être* l'éclairage public. Si, au titre des pouvoirs de polices conférés au maire par le Code Général

des Collectivité Territoriales, une commune est tenue d'éclairer l'espace public dont elle a la gestion, il n'est nulle part fait mention d'assurer cet éclairage à un niveau d'éclairement donné, ni même de l'assurer de façon permanente.

Du point de vue normatif, la norme européenne EN 13201 (d'application non obligatoire) n'apporte pas plus de contraintes juridiques en matière d'obligation d'éclairer l'espace public. En aucun cas cette norme ne se prononce de façon stricte sur de quelconques critères justifiant ou non d'éclairer une zone donnée, ni sur la façon dont un matériel d'éclairage doit être installé et utilisé. C'est donc bien au maire, et à lui seul, que revient l'appréciation ultime dans tout projet d'éclairage public.

L'éclairage de voirie, un pouvoir de police du maire

> « Article L.2212-2. Modifié par LOI n° 2008-1350 du 19 décembre 2008 - art. 21.
> La police municipale a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publiques. Elle comprend notamment :
> 1° Tout ce qui intéresse la sûreté et la commodité du passage dans les rues, quais, places et voies publiques, ce qui comprend le nettoiement, l'éclairage, l'enlèvement des encombrements, la démolition ou la réparation des édifices et monuments funéraires menaçant ruine, l'interdiction de rien exposer aux fenêtres ou autres parties des édifices qui puisse nuire par sa chute ou celle de rien jeter qui puisse endommager les passants ou causer des exhalaisons nuisibles ainsi que le soin de réprimer les dépôts, déversements, déjections, projections de toute matière ou objet de nature à nuire, en quelque manière que ce soit, à la sûreté ou à la commodité du passage ou à la propreté des voies susmentionnées ».

Quel que soit le mode de maîtrise d'ouvrage de l'éclairage public choisi par la commune (services techniques, syndicat, qui restent toujours des exécutifs), c'est bel et bien l'élu qui a le plein pouvoir en matière d'éclairage public, et ce jusqu'aux limites communales (et pas seulement sur l'agglomération) :

> « c'est-à-dire que euh / même si nous on est convaincu qu'il ne faut pas éclairer si l'élu dit 'moi je veux 25 points lumineux / il faut m'installer 25 points lumineux' au final on installera 25 points lumineux » (Entretien personnel avec un employé d'un syndicat intercommunal d'énergies, 2010).

Par ailleurs, le transfert progressif des voies départementales et nationales aux communes renforce encore cette prépondérance : les départements et régions n'ont plus qu'un regard rapide sur ce qui sera décidé par l'élu. Le pouvoir dont le maire dispose en matière d'éclairage public – ou, du moins, vis-à-vis des conditions de l'éclairage public lorsque la compétence a été transférée à un EPCI – est donc discrétionnaire. En ce domaine, et hors la contrainte des textes, le maire agit donc en responsabilité. Lui incombent les modalités d'éclairement de la commune, à savoir les horaires pendant lesquels les candélabres et points lumineux fonctionnent, ce qui peut inclure une limitation de l'éclairement nocturne à certaines heures et/ou en divers points du territoire de la commune.

Une confiance versée à la concession

Les élus n'ont pas toujours – et même rarement – la compétence nécessaire en éclairage public pour juger de la cohérence technique des solutions qui sont proposées pour répondre à leurs demandes de travaux. Les services techniques et syndicats ont donc, dans les faits, pris un certain pouvoir ; ainsi écrivons-nous ci-dessus que seul l'élu est décideur mais, en pratique, il se contente souvent – chose compréhensible – d'accorder sa pleine confiance aux techniciens :

> « on a beau dire à chaque fois euh / faire le bon serment de dire 'c'est l'élu qui décide' mais l'élu il décide euh en fonction de où on l'a emmené // […] c'est-à-dire que si on dit que l'éclairage euh / il ne faut pas le couper / l'élu euh / si il y a une personne qui est là depuis 30 ans il va faire confiance à cette personne-là » (Entretien personnel avec un employé d'un syndicat d'énergies, 2010).

Le maire, et à travers lui le Conseil Municipal, se retrouve donc en position de relative faiblesse quant au jugement des dossiers – se contentant généralement d'en apprécier le volet financier – mais également quant à son appréciation et à son détachement face à certains argumentaires souvent développés pour promouvoir des niveaux d'éclairement élevés ou l'implantation des nouveaux points lumineux. L'argument le plus sensible aujourd'hui, à l'heure de la recherche du « risque zéro » et d'une judiciarisation (ce processus au cours duquel « un traitement juridique ou judiciaire se substitue à un autre mode de régulation sociale »[419]) grandissante de la responsabilité politique qui veut que toute cause ait son responsable pénal, est l'argument de la responsabilité de l'élu s'il advient un accident en zone « mal éclairée ». Dans la lignée de cette judiciarisation croissante, le ministre de l'industrie (et maire de Nice) a récemment proposé de sanctionner par « une très forte amende » les municipalités de plus de cinq mille habitants jugées trop « laxistes » en matière de lutte contre la délinquance[420]. Il a ainsi reproché à l'actuelle maire de Lille (et aussi première secrétaire du Parti Socialiste), de refuser d'installer des caméras de surveillance dans sa ville (ce que la municipalité de Lille a démenti dès le lendemain dans les colonnes du Journal Du Dimanche, par l'intermédiaire de l'adjoint au maire chargé de la sécurité et de la prévention de la délinquance[421]). Quel est alors le recul possible, pour un maire, quant à l'appréciation du juste niveau d'éclairement, voire même de la nécessité de la permanence de cet éclairage quand, à l'échelon national, le politique laisse planer le risque de sanction judiciaires pour « laxisme » en matière de sécurité ?

---

[419] JEAN J.-P., 1997, « La judiciarisation des questions de société », *Après-demain*, n° 398, p. 21-24.

[420] « Christian Estrosi veut s'attaquer aux maires laxistes », *Le Journal du Dimanche*, 14 août 2010. Article consultable en ligne, consulté la dernière fois le 20 août 2010.
URL : http://www.lejdd.fr/Politique/Actualite/Christian-Estrosi-veut-s-attaquer-aux-maires-laxistes-213794/

[421] « À Lille, il y a 4 000 caméras de vidéosurveillance », *Le Journal du Dimanche*, 15 août 2010. Article consultable en ligne, consulté la dernière fois le 20 août 2010.
URL : http://www.lejdd.fr/Politique/Actualite/A-Lille-il-y-a-4.000-cameras-de-videosurveillance-213986/

2.2.2.3 Le problème de la responsabilité du maire, point d'achoppement

Le message de l'AFE : l'engagement de la responsabilité personnelle

En 2010, l'AFE publie et diffuse largement un document au titre significatif : *Éclairage public. Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées*. Une des questions soulève la problématique de la responsabilité personnelle engagée par le maire :

> « En vertu du Code général des Collectivités Territoriales, quelles responsabilités personnelles le maire engage-t-il vis-à-vis de son éclairage public ?
> Le CGCT (Code général des collectivités territoriales), à son article G.2212-2, dispose que l'éclairage public fait partie intégrante des pouvoirs de police du maire, comme tout ce qui intéresse la sureté, la commodité de passage dans les voies circulées.
> La responsabilité pénale du maire pourrait être recherchée sous la forme d'une faute non intentionnelle s'il survient un dommage et que la victime puisse attester d'un lien de causalité entre l'absence d'EP, l'insuffisance de celui-ci, ou le défaut d'entretien de l'installation.
> Le maire agit en responsabilité, il lui appartient de fixer au vu des données objectives (circulation, configuration et taille des voies) les modalités d'éclairement de la commune et ses heures de fonctionnement. Il ne faut pas oublier que la nouvelle norme EN 13201 fixe les valeurs de l'éclairement moyen minimal à maintenir par classe de voie. Cette norme n'est pas d'application obligatoire, mais en cas de sinistre elle pourrait servir à prouver l'insuffisance de l'éclairage public. La norme ignore les extinctions totales mais elle permet la modulation du niveau d'éclairement du moment, lorsqu'une voie change de classe au cours de la nuit (variation de densité de circulation, de type d'usager, etc.) »

L'AFE distille ainsi l'idée d'une responsabilité individuelle du maire engagée en cas de non-respect des niveaux d'éclairement préconisés dans la norme EN 13201, norme qui n'a pourtant pas de valeur légale en France puisque n'étant pas d'application obligatoire. De la même façon, l'idée qu'une décision par le Conseil Municipal d'éteindre l'éclairage public placerait les élus en-dehors d'une « norme [qui] ignore les extinctions totales » laisse planer le doute quant à leur responsabilité pénale.

> egsPP « pour faire vraiment l'historique dans l'ordre / Martin Bernard qui est directeur des services techniques du / du [SITEC] est trésorier de l'AFE départementale / voila // donc heu / lui il est / quelque part heu / entre deux feux / entre les élus qui disent 'moi je veux éteindre' et l'AFE qui dit 'non il faut pas éteindre / faut pas éteindre faut réduire on va économiser on met du 70 watts parce que si on éteint' / bref il y a tout un blabla qui est fait autour de ça / les dangers pour les individus etcétérara / tout un argumentaire qui est là // ils défendent leurs principes mais bon bref // donc il a fait venir une personne qui était / qui travaillait au [Mas d'Artois] / c'est un/ un pôle en fait de formation de toutes les personnes heu / il y a des/ il y a pas mal de/ de gens nouveaux dans l'éclairage et l'électrification qui passent là-bas pour des formations / ils reçoivent deux à trois mille personnes par an / et eux là-bas ce qu'ils font passer comme message à tous les nouveaux qui arrivent c'est 'faut pas éteindre on fait des économies autrement' // c'est grave quand même parce que il y a 3 000 personnes qui passent tous les ans et c'est eux que tu vas retrouver dans les services techniques (*silence*) et puis

> il était venu ce gars-là et puis il avait avancé un argumentaire / il y avait quelques élus nous on était invité aussi et puis il avançait un argumentaire contre la coupure / il faisait peur aux élus
> egsSC en termes de responsabilité / en termes de sécurité ?
> egsPP mm (*approbation de la tête*) / il parlait de jurisprudence il parlait de heu de problèmes / d'un élu qui avait eu un problème à un endroit après avoir coupé / donc au bout d'un moment j'ai dit 'écoutez je peux pas vous laisser dire ça / moi je veux bien vous croire mais alors montrez-moi les documents montrez-moi heu au niveau de la jurisprudence ce qu'il y avait eu montrez-moi ceci' mais / mais il me montrait rien donc j'ai dis 'faut pas avancer ça à des élus / si vous avez des choses à dire faut les prouver après si c'est vrai moi/ on vous suit / les élus vous suivront mais il ne faut pas avancer des choses qui sont comme ça sans fondement' (*silence*) donc il avait été invité par Martin Bernard et vraiment venu pour/ on sent pour heu 'pan !' (*geste sec de la main*) tu vois heu casser et remontrer le droit chemin de l'AFE ». (Entretien personnel – anonymé, les sigles et noms entre crochets ont été changés – avec un employé de syndicat intercommunal d'énergies, 2009)

Une confusion entre « absence d'éclairage » et « dysfonctionnement de l'éclairage »

En 2007, un directeur de syndicat d'éclairage nous confiait lors d'un entretien, à propos de l'obligation d'application de la norme européenne et des recommandations de l'AFE, les mots suivants :

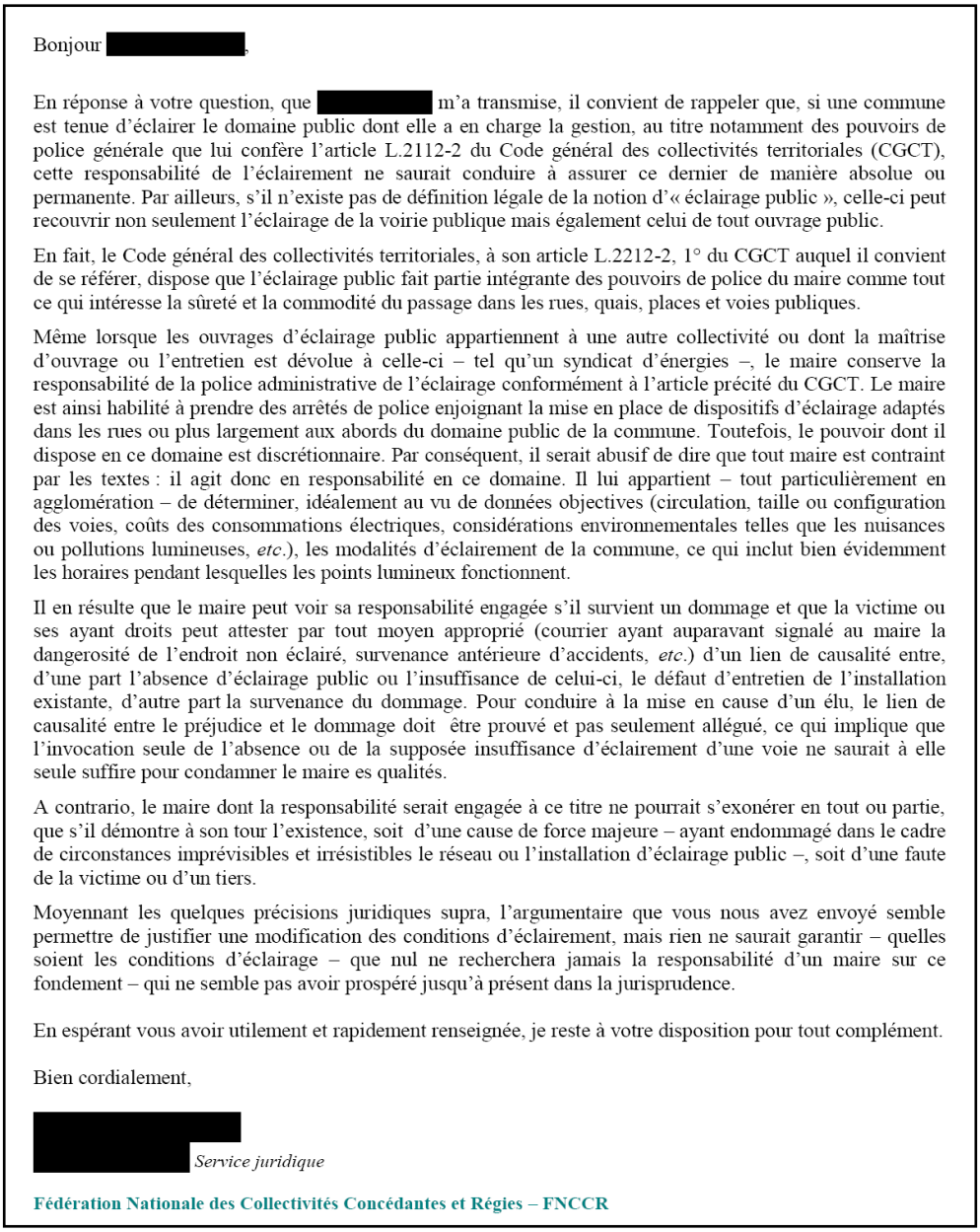
> « oui mais ça c'est de l'intox hein / mais un maire qui lit ça il se dit 'ben alors et je fais quoi moi ?' »

La confusion que l'AFE entretient sur la question de la responsabilité personnelle du maire provient de la distinction entre ce qui relève d'un éclairage coupé à certaines heures à la suite d'une décision municipale, et ce qui relève d'un défaut de fonctionnement de l'éclairage alors que celui-ci était censé fonctionner au moment donné. Ainsi, dans ses recommandations parues en 2007 (revue *LUX* n° 244, septembre/octobre 2007), l'AFE pose, à la toute fin du document, la question « Est-on obligé d'éclairer ? » et y répond par la négative, mais en précisant tout de même qu' « il faut savoir qu'en milieu urbain, le maire est responsable du dysfonctionnement des systèmes destinés à assurer la sécurité des usagers. » Cette réponse, en voulant aller plus loin que la simple réponse à la question posée qui, elle, n'est pas suffisamment précise, introduit l'amalgame entre dysfonctionnement d'un dispositif et absence d'un dispositif.

Il est effectif, dans les textes législatifs, que si le matériel d'éclairage existe mais qu'il ne fonctionne pas (« dysfonctionnement », donc, à des horaires auxquels le matériel est censé fonctionner, dans le cadre défini par le Conseil Municipal) pour des raisons de mauvais entretien, de panne, etc. la responsabilité du maire peut être engagée. C'est bien dans ce cas précis qu'une jurisprudence existe (jugement de la Cour Administrative d'Appel de Douai, jugement n° 01DA00001 du 18 mai 2004, Commune de Bondues). Mais, de fait, il n'existe aujourd'hui en France aucune jurisprudence qui concernerait de près ou de loin la mise en cause d'un élu à la suite d'un quelconque accident avec coupure de l'éclairage public suite à une décision du conseil municipal.

Une responsabilité non engagée en cas de décision de coupure de l'éclairage

L'image 62 fait état d'un courrier émanant du service juridique de la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies (FNCCR) qui stipule expressément qu'il appartient au maire « – tout particulièrement en agglomération – de déterminer, idéalement au vu de données objectives (circulation, taille ou configuration des voies, coûts des consommations électriques, considérations environnementales telles que les nuisances ou pollutions lumineuses, etc.), les modalités d'éclairement de la commune, ce qui inclut bien évidemment les horaires pendant lesquelles les points lumineux fonctionnent. »



Bonjour [redacted],

En réponse à votre question, que [redacted] m'a transmise, il convient de rappeler que, si une commune est tenue d'éclairer le domaine public dont elle a en charge la gestion, au titre notamment des pouvoirs de police générale que lui confère l'article L.2112-2 du Code général des collectivités territoriales (CGCT), cette responsabilité de l'éclairement ne saurait conduire à assurer ce dernier de manière absolue ou permanente. Par ailleurs, s'il n'existe pas de définition légale de la notion d'« éclairage public », celle-ci peut recouvrir non seulement l'éclairage de la voirie publique mais également celui de tout ouvrage public.

En fait, le Code général des collectivités territoriales, à son article L.2212-2, 1° du CGCT auquel il convient de se référer, dispose que l'éclairage public fait partie intégrante des pouvoirs de police du maire comme tout ce qui intéresse la sûreté et la commodité du passage dans les rues, quais, places et voies publiques.

Même lorsque les ouvrages d'éclairage public appartiennent à une autre collectivité ou dont la maîtrise d'ouvrage ou l'entretien est dévolue à celle-ci – tel qu'un syndicat d'énergies –, le maire conserve la responsabilité de la police administrative de l'éclairage conformément à l'article précité du CGCT. Le maire est ainsi habilité à prendre des arrêtés de police enjoignant la mise en place de dispositifs d'éclairage adaptés dans les rues ou plus largement aux abords du domaine public de la commune. Toutefois, le pouvoir dont il dispose en ce domaine est discrétionnaire. Par conséquent, il serait abusif de dire que tout maire est contraint par les textes : il agit donc en responsabilité en ce domaine. Il lui appartient – tout particulièrement en agglomération – de déterminer, idéalement au vu de données objectives (circulation, taille ou configuration des voies, coûts des consommations électriques, considérations environnementales telles que les nuisances ou pollutions lumineuses, *etc.*), les modalités d'éclairement de la commune, ce qui inclut bien évidemment les horaires pendant lesquelles les points lumineux fonctionnent.

Il en résulte que le maire peut voir sa responsabilité engagée s'il survient un dommage et que la victime ou ses ayant droits peut attester par tout moyen approprié (courrier ayant auparavant signalé au maire la dangerosité de l'endroit non éclairé, survenance antérieure d'accidents, *etc.*) d'un lien de causalité entre, d'une part l'absence d'éclairage public ou l'insuffisance de celui-ci, le défaut d'entretien de l'installation existante, d'autre part la survenance du dommage. Pour conduire à la mise en cause d'un élu, le lien de causalité entre le préjudice et le dommage doit être prouvé et pas seulement allégué, ce qui implique que l'invocation seule de l'absence ou de la supposée insuffisance d'éclairement d'une voie ne saurait à elle seule suffire pour condamner le maire es qualités.

A contrario, le maire dont la responsabilité serait engagée à ce titre ne pourrait s'exonérer en tout ou partie, que s'il démontre à son tour l'existence, soit d'une cause de force majeure – ayant endommagé dans le cadre de circonstances imprévisibles et irrésistibles le réseau ou l'installation d'éclairage public –, soit d'une faute de la victime ou d'un tiers.

Moyennant les quelques précisions juridiques supra, l'argumentaire que vous nous avez envoyé semble permettre de justifier une modification des conditions d'éclairement, mais rien ne saurait garantir – quelles soient les conditions d'éclairage – que nul ne recherchera jamais la responsabilité d'un maire sur ce fondement – qui ne semble pas avoir prospéré jusqu'à présent dans la jurisprudence.

En espérant vous avoir utilement et rapidement renseignée, je reste à votre disposition pour tout complément.

Bien cordialement,

[redacted]
Service juridique

Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies – FNCCR

Image 62 Communication entre le service juridique de la FNCCR et un syndicat d'éclairage. Communication personnelle entre le service juridique de la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies (FNCCR) et un syndicat d'éclairage à propos de l'engagement de responsabilité du maire en cas de décision communale de coupure de l'éclairage public (2008, archives personnelles).

Le service juridique de la FNCCR considère également que « Pour conduire à la mise en cause d'un élu, le lien de causalité entre le préjudice et le dommage doit être prouvé et pas seulement allégué, ce qui implique que l'invocation seule de l'absence ou de la supposée insuffisance d'éclairement d'une voie ne saurait à elle seule suffire pour condamner le maire es qualités. », tout en précisant que « rien ne saurait garantir – quelles soient (*sic*) les conditions d'éclairage – que nul ne recherchera jamais la responsabilité d'un maire sur ce fondement ».

Cette responsabilité du maire pourrait effectivement être recherchée – mais la jurisprudence en la matière vis-à-vis de l'éclairage public reste vierge – en s'appuyant sur l'article 121-3 du Code Pénal (modifié par la loi n° 2000-647 du 10 juillet 2000 - art. 1 JORF 11 juillet 2000) :

> « Il n'y a point de crime ou de délit sans intention de le commettre.
> Toutefois, lorsque la loi le prévoit, il y a délit en cas de mise en danger délibérée de la personne d'autrui.
> Il y a également délit, lorsque la loi le prévoit, en cas de faute d'imprudence, de négligence ou de manquement à une obligation de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou le règlement, s'il est établi que l'auteur des faits n'a pas accompli les diligences normales compte tenu, le cas échéant, de la nature de ses missions ou de ses fonctions, de ses compétences ainsi que du pouvoir et des moyens dont il disposait. »

Conclusion

La notion d'empreinte lumineuse, que nous avons introduite dans cette deuxième partie, se révèle complexe à appréhender et doit – quoi qu'il en soit – l'être à différentes échelles, et après avoir précisé la fabrique de cette empreinte à partir de halos très localisés, entourant chaque luminaire, s'agglomérant pour donner naissance à un halo d'agglomération. Les combinaisons de ces différents halos marquent des empreintes lumineuses dans l'espace, tant horizontalement que verticalement, dont la perception dépend fortement de la position de l'observateur. Nous donnons une méthode de visualisation de cette empreinte pour différentes échelles, soulignant que chaque passage à une échelle plus fine demande d'évoluer dans la modélisation. Ainsi, l'échelle globale nous montre une empreinte lumineuse en grande partie dépendante de la richesse des pays et qui peut être appréhendée par l'imagerie satellitale. L'empreinte d'échelle nationale ou régionale peut être, elle, approchée par le biais d'une relation entre émissions lumineuses et densités de population, révélant les filaments d'urbanisation. Enfin, il nous est apparu intéressant de décrire l'échelle intra-urbaine par le sensible, dans un premier temps, en y reliant les différentes contributions à l'empreinte lumineuse des différentes logiques urbaines. Mais nous avons montré aussi qu'une modélisation par les densités de population serait inéluctablement biaisée (exemple des zones commerciales, très émettrices et pourtant vides la nuit). Considérant l'importance des différents impacts de la lumière artificielle à échelle fine, nous avons présenté la modélisation « point par point » développée par Lozi (2007), et sa nécessaire adaptation avant insertion dans un SIG environnemental d'échelle départementale ou régionale.

La production de la lumière et sa distribution traversent, elles aussi, les différentes échelles. Les jeux d'acteurs entourant l'éclairage artificiel nocturne sont complexes. Ils sont faits, à l'échelle nationale et supranationale, de contraintes techniques et économiques de production et de transport d'énergie, ainsi que de recommandations quant au suivi de normes dont l'application stricte ne se révèle pas obligatoire. À l'échelle locale, ces jeux sont marqués par une multiplication récente – due à l'arrivée d'un nouveau type de contrat de commande publique – des options possibles pour la gestion de l'éclairage public des communes. Les services techniques et syndicats d'énergies – « opérateurs historiques » de

l'électricité et de l'éclairage – doivent également faire face à de multiples contraintes techniques et budgétaires. De plus, des mutations des mécanismes d'urbanisation déplacent la conception de l'éclairage public de lotissements entiers vers des acteurs privés. Enfin, l'éclairage public faisant aussi partie des pouvoirs de police du maire, celui-ci se trouve donc en bout de chaine décisionnelle, devant concilier les finances de sa circonscription et les économies d'énergie nécessaires avec des recommandations de l'Association Française de l'Éclairage agitant l'épouvantail de la responsabilité pénale pour l'enjoindre à respecter une norme souvent inadaptée en zone rurale, aux dires même de nombreux gestionnaires de compétence.

TROISIÈME PARTIE :

POLLUTIONS LUMINEUSES, CONFLITS ET NOUVELLE GOUVERNANCE

Introduction

À la fin des années 1970, dans un contexte d'émergence de la pensée environnementale, de passage d'une écologie scientifique à une écologie politique et en pleine période d'accélération de l'étalement urbain, les astronomes professionnels de différents observatoires et les astronomes amateurs s'inquiètent d'une montée en puissance d'un éclairage urbain fonctionnaliste, et de la dégradation de la qualité des observations engendrée. Très vite rejoints par les écologues, les astronomes vont faire évoluer leur position, passant de *la gêne* à *la nuisance*, puis à *la pollution* lumineuse. Cette gradation sémantique traduit une montée en puissance de leurs actions à partir de la saisie d'un nouveau bien environnemental : le ciel noir étoilé. Le premier chapitre de cette troisième et dernière partie se propose donc, dans un premier temps, de mettre en parallèle le contexte général de pensée environnementale et la naissance d'une revendication, et d'analyser, à l'aide de concepts de l'économie de l'environnement, comment la lumière artificielle constitue une nuisance pour qui veut accéder à la vision du ciel étoilé, en même temps qu'une réelle pollution en termes écologiques et sanitaires. Dans un deuxième temps, nous brossons l'historique de la saisie du bien public « ciel étoilé » qui, rapidement, devient un objet de lutte trop restrictif, obligeant à une ouverture de l'argumentaire vers l'environnement nocturne dans son ensemble et vers la santé. Enfin, nous montrons comment s'est mise en place, par le biais de la constitution en association environnementale, la mobilisation collective de ces nouveaux acteurs.

La conflictualité avec les acteurs institutionnels de l'éclairage a très rapidement fait son apparition. Aussi, le deuxième chapitre se penche sur les différentes propositions faites actuellement par le milieu associatif intéressé par « la défense et la protection du ciel et de l'environnement nocturnes »[422] ; deux voies sont ainsi privilégiées, avec l'avantage pour la seconde de créer, actuellement, une plus grande synergie d'acteurs environnementaux : l'option de protection spécifique et localisée par le biais de « réserves de ciel étoilé » autour d'observatoires astronomiques, et l'option d'une réduction généralisée des niveaux d'éclairement dans le but d'une amélioration globale de la place du noir dans les espaces, y

[422] Nous faisons ici référence au nom de la seule association, en France, ayant cette unique vocation : l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN).

compris urbains. A ces propositions s'oppose essentiellement, aujourd'hui, l'Association Française d'Éclairage, pour qui il apparaît bien difficile d'admettre que la lumière puisse constituer une pollution, et qui refuse encore le partage avec les associations de l'expertise en matière d'éclairage, expertise dont elle considère devoir conserver le monopole. Au niveau local, nous montrons que les terrains d'entente sont rendus possibles par le biais des économies budgétaires tant recherchées par les collectivités territoriales, dans un contexte économique qui leur est peu favorable, ainsi que par la prise en considération croissante des préoccupations environnementales dans leurs actions.

Le troisième chapitre explore – sans prétention d'exhaustivité – deux voies possibles pour la résolution des conflits autour de la lumière artificielle. Nous exposons ainsi un travail de négociation locale, mené conjointement par le Syndicat Départemental d'Énergie de Saône et Loire, l'ANPCEN et le laboratoire ThéMA, ayant débouché sur l'écriture d'une charte visant l'efficience énergétique et la réduction des nuisances et pollutions lumineuses par le biais de mesures opérationnelles. Dans un second temps, nous dressons un état des lieux de la prise en compte de la lumière artificielle par le Droit, soulignant ainsi de réelles avancées, à la suite du Grenelle de l'environnement, mais pointant le manque de considération législative quant au ciel nocturne, et plus généralement au noir, en tant qu'éléments acteurs des paysages et de leur qualité, aussi bien écologique qu'esthétique.

CHAPITRE 1 :

DE NOUVEAUX ACTEURS EN PLEINE LUMIÈRE

« En cas d'impossibilité de limiter l'éclairage artificiel pour des raisons de force majeure (sécurité, …), ces mesures de protection du ciel nocturne pourraient inclure la possibilité contrôlée et limitée à certaines personnes physiques ou morales d'éteindre pour la durée des observations des sources d'éclairage particulièrement gênantes. »

Courrier des responsables de la Société Astronomique de Bourgogne à André Billardon, député à l'Assemblée Nationale. 8 juin 1982.

1.1 Perception de la nuisance, perception de la pollution

Les astronomes, amateurs et professionnels, ont été les premiers témoins de la montée en puissance de la pollution lumineuse dans les pays industrialisés. Les années 1970 voient, de façon concomitante et non sans lien, s'étaler les villes et se cimenter, dans la conscience collective, la pensée environnementale. Les astronomes doivent faire face à un problème nouveau, auquel ils ne tarderont pas à donner un nom qui mettra du temps à être accepté – si tant est qu'il le soit aujourd'hui –, car choquant : « la pollution lumineuse ». Très vite, cette forme nouvelle de pollution deviendra le véritable objet de lutte de toute une communauté, entrainant une focalisation du discours autour de cette thématique naissante. Au fil des décennies 1980, 1990 et 2000, le discours évoluera pour ne plus tourner autour du seul objet « ciel noir », mais pour s'ouvrir aussi aux impacts sur l'environnement dans leur ensemble, sur les écosystèmes et pour, finalement, intégrer la santé humaine.

1.1.1 L'apparition d'un problème nouveau

1.1.1.1 Un contexte de montée de la pensée environnementale

L'émergence de la pensée environnementale dans les années 1970 (publication par Le Club de Rome en 1972 du rapport *Limits to Growth*[423], conférence de Stockholm – premier Sommet de la Terre en 1979 – durant cette même année, parution du livre *Le principe responsabilité* [424] de Hans Jonas, etc.) a pour origine la montée en puissance, dans la conscience collective, de nombreux problèmes environnementaux et de la notion de risque

[423] MEADOWS H.D., RANDERS J. et MEADOWS L.D., 1972, *The Limits to Growth*. New York.
Dernière réédition mise à jour : MEADOWS H.D., RANDERS J. et MEADOWS L.D., 2004, *Limits to Growth. The 30-Year Update*. Chelsea, éditions Green Publishing.

[424] JONAS H., 1979, *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt. Traduit par GREISCH J., 1990, *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*. Paris, éditions du Cerf.

écologique. Cette prise de conscience a été favorisée par l'accumulation et l'ampleur de divers sinistres résultant directement de défaillances ou du fonctionnement même du système de production. Les accidents technologiques majeurs de Bhopal (1984), Seveso (1986) ou Tchernobyl (1986), les catastrophes écologiques du Torrey Canyon (1968) et de l'Amoco Cadiz (1978), le « trou » dans la couche d'ozone, l'effet de serre, les pluies acides et la destruction de la forêt amazonienne sont autant d'exemples qui ont touché le grand public et contribué à l'émergence de cette conscience environnementale.

En 1987, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, via le Rapport Brundtland, définit une notion dont aucun discours politique, économique ou industriel ne peut aujourd'hui se passer : la notion de « développement durable » (ou « développement soutenable »). Le « développement durable » est « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. »[425]

Ajoutons à cela un nouvel imaginaire : la conquête spatiale des années 1960 a montré la Terre sous un nouveau jour, celui de la finitude de ses espaces et de ses ressources. Les photographies rapportées par les astronautes de la NASA en orbite autour de la Terre ou posés sur la Lune ont certainement joué un rôle prépondérant dans cette prise de conscience. La photographie présentée en image 63 restera pour longtemps une icône environnementale servant à montrer une « planète bleue » naviguant dans le noir, entourée d'une fine atmosphère fragile permettant la vie, que l'Homme, après l'avoir souillée, se doit de protéger. En 2003, le magazine *Life* liste cette photographie parmi les « 100 photographies qui ont changé le monde ». De même, le 7 décembre 1972, l'équipage d'Apollo 17 photographie la Terre pleinement éclairée par le Soleil qui se trouve alors dans leur dos, donnant naissance à *La Bille bleue* (*The Blue Marble*), image tout aussi marquante pour l'imaginaire collectif d'alors (image 65). Enfin, *Le point bleu pâle* (*The Pale Blue Dot*), célèbre photographie de la planète Terre prise par la sonde Voyager 1 en 1990 (image 66), parachève ce modelage d'une nouvelle dimension de l'imaginaire.

[425] BRUNDTLAND COMMISSION (WCED), sous la direction de BRUNDTLAND G.H. et KHALID M., 1987, *Our common future*. Traduction française, 1989, *Notre Avenir à tous, rapport de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement*. Paris, éditions du Fleuve.



Image 63 « Lever de Terre » au-dessus de l'horizon lunaire.
Photographie (NASA) prise par les astronautes de la mission Apollo 8 en vol orbital lunaire, le 24 décembre 1968. Cette date de prise de vue n'est pas anodine en cette année 1968, marquée par de nombreux bouleversements internationaux : Printemps de Prague, assassinats de Robert Kennedy et de Martin Luther King, guerre du Viêt Nam et mouvements étudiants en France et aux États-Unis. Ce soir-là, chaque membre de l'équipage a lu un passage de la Genèse. Frank Borman termine l'émission vers la Terre par ces mots : « Et de la part de tout l'équipage d'Apollo 8, nous terminons par, bonne nuit, bonne chance, un joyeux Noël, Dieu vous bénisse tous, vous sur la bonne vieille Terre. » Photographie : NASA.



Image 64 Timbre des États-Unis d'Amérique.
Timbre reprenant la photographie du lever de Terre sur la Lune, prise par l'équipage d'Apollo 8 en 1968.



Image 65 Photographie de *La Bille bleue.*
The Blue Marble : photographie prise le 7 décembre 1972 par l'équipage d'Apollo 17, à une distance d'environ 45 000 km. Le commentaire original de la photographie, par la NASA, était le suivant : « Vue de la Terre prise par l'équipage d'Apollo 17 lors de leur voyage vers la Lune. On peut voir de la mer Méditerranée jusqu'à la calotte glaciaire de l'Antarctique. C'est la première fois que la trajectoire d'une mission Apollo permettait de photographier les glaces du pôle Sud. Notez la forte couverture nuageuse dans l'hémisphère sud. Presque toute la côte de l'Afrique est visible. La péninsule Arabique peut être vue au-dessus au nord-est de l'Afrique, l'Asie au-delà sur l'horizon, et l'île de Madagascar à l'est. » Photographie : NASA.

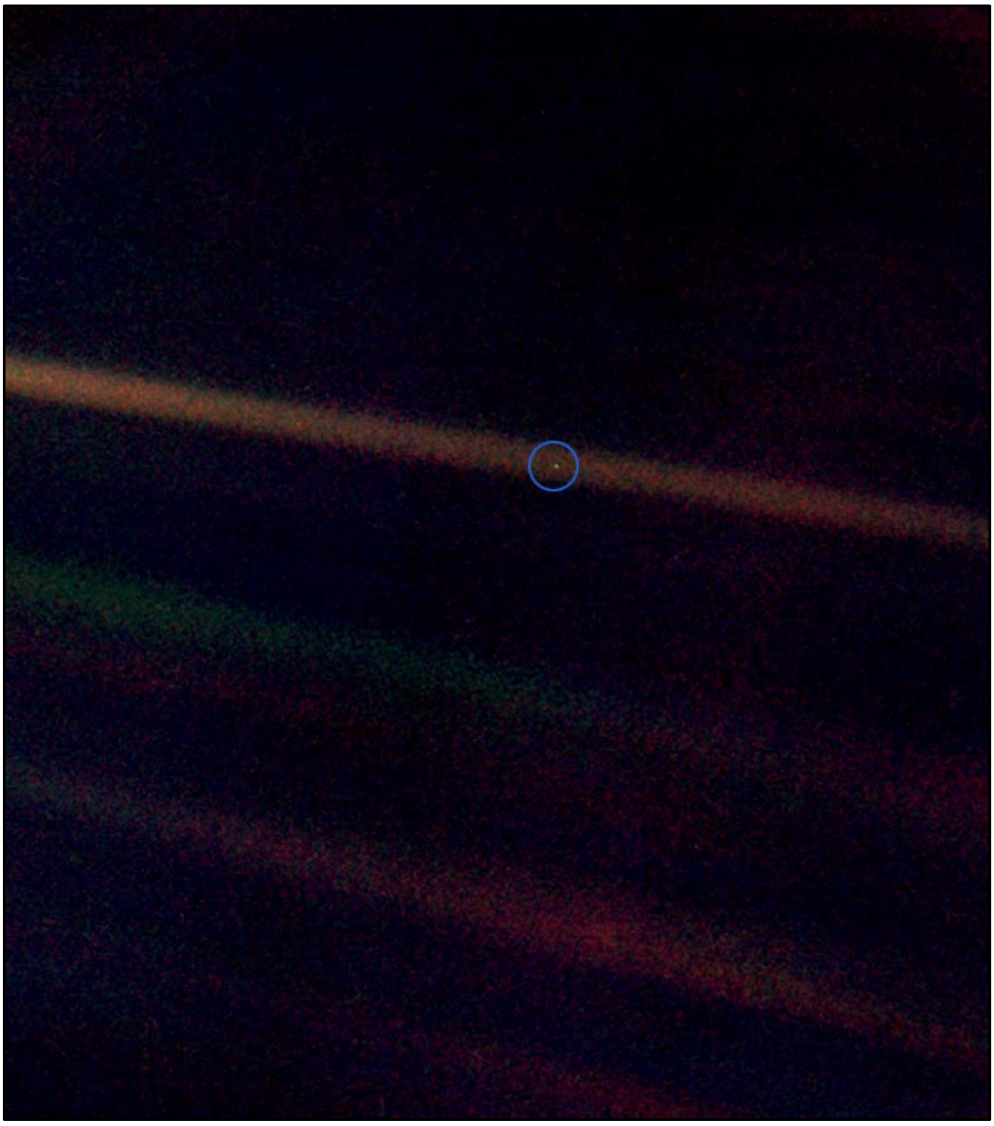


Image 66 Photographie de la Terre à 6,4 milliards de kilomètres.
Le 14 février 1990, la NASA commande à la sonde Voyager 1 qui avait terminé sa mission primaire, d'effectuer un demi-tour sur elle-même afin de photographier les planètes qu'elle avait visitées. Une des images que renvoya Voyager 1 était celle de la Terre, distante de 6,4 milliards de kilomètres. Dans la photo granuleuse, on distingue « un point bleu pâle » perdu dans la lueur du Soleil. L'astronome Carl Sagan, inspiré par cette photographie, publiera en 1994 *Pale Blue Dot. A vision of the human future in space*[426]. On peut y lire le passage rapporté en encart 7. Photographie : NASA.

[426] SAGAN C., 1994, *Pale Blue Dot. A vision of the human future in space*. Random House.

Encart 7 Extrait de Pale Blue Dot. A vision of the human future in space[427].

Livre de l'astronome Carl Sagan inspiré par la photographie de la Terre prise par la sonde Voyager 1 en 1990 (image 66).

« Look again at that dot. That's here. That's home. That's us. On it everyone you love, everyone you know, everyone you ever heard of, every human being who ever was, lived out their lives.

The aggregate of our joy and suffering, thousands of confident religions, ideologies, and economic doctrines, every hunter and forager, every hero and coward, every creator and destroyer of civilization, every king and peasant, every young couple in love, every mother and father, hopeful child, inventor and explorer, every teacher of morals, every corrupt politician, every "superstar", every "supreme leader", every saint and sinner in the history of our species lived there - on a mote of dust suspended in a sunbeam.

The Earth is a very small stage in a vast cosmic arena. Think of the rivers of blood spilled by all those generals and emperors, so that, in glory and triumph, they could become the momentary masters of a fraction of a dot.

Think of the endless cruelties visited by the inhabitants of one corner of this pixel on the scarcely distinguishable inhabitants of some other corner, how frequent their misunderstandings, how eager they are to kill one another, how fervent their hatreds.

Our posturings, our imagined self-importance, the delusion that we have some privileged position in the Universe, are challenged by this point of pale light.

Our planet is a lonely speck in the great enveloping cosmic dark. In our obscurity, in all this vastness, there is no hint that help will come from elsewhere to save us from ourselves.

The Earth is the only world known so far to harbor life. There is nowhere else, at least in the near future, to which our species could migrate. Visit, yes. Settle, not yet. Like it or not, for the moment the Earth is where we make our stand.

It has been said that astronomy is a humbling and character building experience. There is perhaps no better demonstration of the folly of human conceits than this distant image of our tiny world. To me, it underscores our responsibility to deal more kindly with one another, and to preserve and cherish the pale blue dot, the only home we've ever known. »

L'évolution de la relation Homme-Nature

Traditionnellement, l'Homme considérait jusqu'à peu que la nature était à sa disposition, qu'elle constituait ainsi un ensemble de ressources et n'avait qu'une seule valeur instrumentale. Les éthiques environnementales qui émergent peu à peu au cours de l'histoire remettent en cause cette vision anthropocentrique. La réflexion s'est engagée autour de la valeur intrinsèque de la nature, suite à différentes catastrophe écologiques d'origine humaines et, de façon plus générale, à une prise de conscience d'une humanité de plus en plus détachée de la nature et faisant peser sur elle des contraintes toujours plus fortes (figure 65). Ce changement d'éthique a mené à la remise en cause des modes de développement économiques, à des théories prônant la décroissance (voir ci-après), ou encore à l'émergence des groupes radicaux de la *Deep Ecology* prônant le retour aux « lois de la Nature ».

[427] SAGAN C., 1994, *Pale Blue Dot. A vision of the human future in space*. Random House.

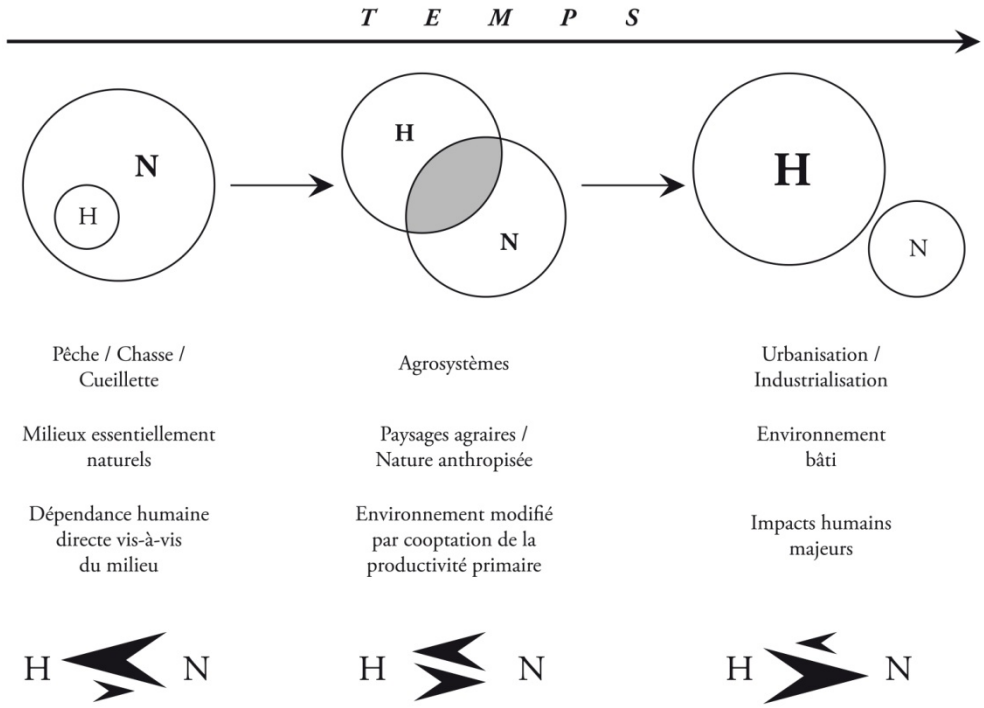


Figure 65 Évolution des contraintes Homme-Nature.
Représentation schématique de l'évolution de la forme et de l'intensité des contraintes Homme-Nature (H : homme, N : nature) au cours de l'Histoire. Gunnell[428], d'après Jeans[429] et Roberts[430].

Aussi, nous pensons ici que la schématisation proposée par Gunnell[431] d'après Jeans[432] et Roberts[433] peut être complétée non plus seulement au regard des contraintes Homme-Nature, mais aussi des différentes conceptions de la relation Homme-Nature qui coexistent – non sans tensions et conflits – aujourd'hui (figure 66 ; il est à noter que, si seulement trois conceptions majeures sont présentées, elles cachent cependant un véritable continuum de positionnements écologiques et politiques).

L'Homme ne s'est jamais véritablement coupé de « la Nature », comme cela est suggéré dans la troisième phase de la figure 65. L'idée que nous développons ici est, en premier lieu (figure 66a), celle d'un Homme voulant dominer et circonscrire la Nature (ou, du moins, ce que la société prend alors comme référent, comme représentation d'une Nature qui n'en est plus véritablement une : champs, forêts exploitées, paysages humanisés, etc.). Ainsi, cette « Nature » n'est conservée que pour le mixe utilitaire biens-services qu'elle « offre » (mais dans cette logique, rien n'est « offert », et l'on ne manquera pas de souligner les coûts d'exploitation) à l'Homme pour répondre à ses besoins primaires et de production

[428] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, éditions Armand Colin, p. 45.
[429] JEANS D.N., 1974, « Changing formulations of the Man-Environment Relationship in Anglo-American geography », *Journal of Geography*, n° 73, p. 36-40.
[430] ROBERTS N., 1998, *The Holocene. An Environmental History*. Oxford, Blackwell.
[431] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.
[432] JEANS D.N., 1974, « Changing formulations of the Man-Environment Relationship in Anglo-American geography », *Journal of Geography*, n° 73, p. 36-40.
[433] ROBERTS N., 1998, *The Holocene. An Environmental History*. Oxford, Blackwell.

(perméabilité totale de la Nature aux besoins de croissance, d'expansion humaine). La naturalité est alors inexistante, le non-usage étant perçu comme un coût. Nous nous trouvons pleinement, alors, dans les thèses productivistes de croissance continue, non contenue, non bornée, sous-tendues par l'idée que l'Homme saura toujours trouver un substitut à une ressource épuisée.

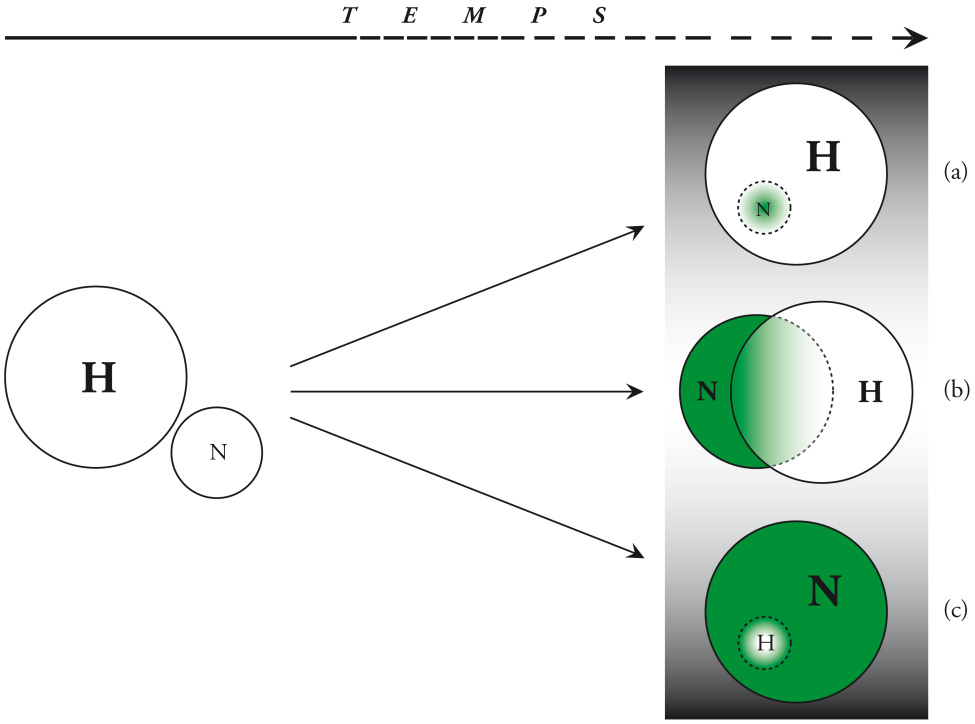


Figure 66 Les différentes conceptions de la relation Homme-Nature qui coexistent aujourd'hui. Schéma de l'auteur.

Une deuxième conception s'appuie sur un rééquilibrage des relations Homme/Nature (figure 66b) : une part de cette « Nature » sert, comme dans la thèse précédente, les besoins « primaires » et de production (part de perméabilité entre l'Homme et la Nature), mais une autre part reste « à préserver » pour des besoins spécifiques (les besoins « secondaires », les besoins servant l'« être », pour reprendre l'image de la pyramide de Maslow) : récréation, aménités paysagères. Les espaces de naturalité forte ne sont plus considérés comme ne générant que des *coûts* de non-usage, mais, au contraire, comme renfermant une *valeur* de non-usage (sauvegarde d'un certain niveau de biodiversité), valeur à sauvegarder par des politiques de réserves, de patrimonialisation, etc. (part d'imperméabilité de la Nature à l'Homme, comme on peut l'observer dans certaines politiques de protection des espaces naturels : réserves scientifiques, grands parcs nationaux). L'Homme, dans cette vision, garde cependant « la main » en planifiant son environnement, en modelant la Nature, en aménageant la distribution des zones « à protéger ». La protection de certains espaces naturels, dans lesquels le retour à une naturalité forte, voire totale, est souhaité peut engendrer l'intégration de la notion de décroissance à certaines politiques.

Enfin, une troisième conception coexiste aux côtés des deux premières : celle d'un retour à une naturalité forte, exacerbée, à la Nature (quasi sauvage) dominant l'Homme. Celui-ci n'est alors plus considéré comme entité à part entière, mais bien seulement comme élément du système Terre, auquel il doit d'ailleurs se soumettre (figure 66c). La Nature englobe l'Homme, celui-ci devant rester perméable et subissant « les lois de la sélection naturelle ». L'Homme se doit alors de ne pas intervenir sur la Nature au-delà de ses besoins « primaires », cette non-intervention lui permettant d'accéder au sommet de la pyramide de Maslow, à ses besoins « secondaires » réalisés en harmonie totale avec la Nature. Nous nous trouvons ici en pleine visée utopique d'un « Éden écologique », base des conceptions de la *Deep Ecology*.

Finitude des espaces et finitude des ressources versus *croissance exponentielle*

C'est dans les années 1970 que sont remises en cause les thèses économiques productivistes ayant pour dogme implicite la puissance illimitée de la technologie et l'immortalité de l'Homme[434], l'idée selon laquelle l'Homme a toujours su trouver des substituts à une ressource se raréfiant et est toujours parvenu à accroitre productivité et rendement des énergies et des matériaux. Comme nous venons de le voir, monte peu à peu, à l'opposé de ces thèses, une pensée malthusienne – une utopie – forgeant le nouvel Éden écologique[435] : une population mondiale limitée, de quelques centaines de millions d'habitants, et des « forces de la sélection naturelle » opérant librement, sans entrave humaine.

La question alors sous-jacente – présente aussi dans le rapport Meadows de 1972 sur les limites à la croissance – est celle de la croissance exponentielle décrivant l'évolution des populations animales :

> « Chaque jour pendant lequel se poursuit la croissance exponentielle rapproche notre écosystème mondial des limites ultimes de sa croissance. Décider de ne rien faire, c'est décider d'accroître le risque d'effondrement. »[436]

Cette question constitue la base de plusieurs théories écologiques. Gunnell[437] reprend ainsi l'exemple, donné par Ehrlich et Holdren[438], de l'équation $I = P \times A \times T$, avec I l'impact total des activités humaines sur l'environnement, P la taille de la population mondiale, A le niveau de richesse de cette population, et T un ensemble de paramètres permettant la production de richesses (technologies, atouts climatiques, politiques d'incitations, croyances culturelles, etc.). Il ressort de cette équation que les catastrophes écologiques ne sont évitables que si le paramètre T compense la croissance de $P \times A$, à savoir la croissance de la population et de son niveau d'activité économique[439]. La population ayant tendance à

[434] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.
[435] WILSON E.O., 1991, *The Diversity of Life*. Cambridge, Harvard University Press.
WILSON E.O., 1998, *Consilience. The Unity of Knowledge*. London, Abacus.
[436] MEADOWS H.D., RANDERS J. et MEADOWS L.D., 1972, *The Limits to Growth*. New York.
[437] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.
[438] EHRLICH P. et HOLDREN J.P., 1971, « Impact of Population Growth », *Science*, n° 171, p. 1212-1217.
[439] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.

croitre de façon exponentielle, l'équilibre environnemental ne pourrait ainsi se maintenir que si l'innovation technologique est sans limite quantitative et temporelle.

C'est bien en 1970 que la population mondiale atteignait son taux de croissance record de 2,06 %, donnant lieu à plusieurs messages alarmistes quant à la démographie mondiale et au degré de dégradation environnementale engendrée sur des systèmes qui, eux, suivent une croissance logistique avec, après une certaine période de croissance exponentielle, un plateau correspondant à la réalisation d'un équilibre. Toutes ces thématiques liant croissance démographique, croissance économique et évolution des ressources naturelles se trouvent donc, à la fin des années 1960 et au début des années 1970, au cœur de l'essor de l'écologie politique qui a pour volonté de « faire entrer la nature dans la société »[440].

L'émergence d'une écologie scientifique

Dans la seconde moitié du 19ème siècle, les rêves des Lumières se ternissent peu à peu. Si les progrès scientifiques et techniques ont permis à l'Homme, selon l'expression de René Descartes, de devenir « maître et possesseur de la nature », ils ont également contraint la planète, la surexploitant et menant l'environnement sous le joug de différentes menaces, au premier rang desquelles se trouve bien évidemment la menace nucléaire et sa capacité de destruction prouvée lors du bombardement d'Hiroshima. L'apparente fragilité de la Terre et de la vie qu'elle abrite va s'amplifier dans les années 1960, par le biais de l'apparition – mais aussi de la connaissance accrue – de certains facteurs de dégradation de l'environnement : pluies acides, perte de la biodiversité, accidents industriels majeurs, trou dans la couche d'ozone, pollutions ou encore marées noires.

Peters[441] ou Golley[442] montrent ainsi, au travers d'études bibliométriques, un premier essor des publications autour de l'écologie scientifique dans les années 1960, puis un rebond après 1969. Cette émergence de la fin des années 1960 fait suite à quelques événements précurseurs dont nous ne rappellerons ici que les grandes lignes, renvoyant le lecteur à l'ouvrage de Gunnell, *Écologie et Société*[443], dans lequel il trouvera une chronologie bien plus détaillée de ces événements.

L'année 1955 voit ainsi se dérouler à Princeton le symposium *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, au cours duquel plusieurs interventions se voulaient alarmistes (sans pour autant que cette posture soit majoritaire chez les intervenants), portant par exemple sur le pastoralisme « casseur de climax », la destruction par les technocrates ethnocentriques des systèmes indigènes de gestion des milieux naturels, le dérèglement par l'Homme de l'équilibre homéostatique des systèmes vivants ou encore l'accélération des impacts humains sur les systèmes naturels[444].

---

[440] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 33.
[441] PETERS R.H., 1991, *A Critique for Ecology*. Cambridge, Cambridge University Press.
[442] GOLLEY F.B., 1993, *A History of the Ecosystem Concept in Ecology. More than the Sum of the Parts*. New Haven, Yale University Press.
[443] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.
[444] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.

En 1961 est créé le *World Wildlife Fund* (WWF, Fond Mondial pour la Nature) par Julian Huxley, biologiste et premier directeur général de l'UNESCO, avec pour but de mettre au devant de la scène médiatique la dégradation massive des grands habitats et « le déclin de la mégafaune »[445], aidé en cela par de nombreux mécènes et plusieurs soutiens médiatiques de premier ordre.

Dans le courant des années 1960, une nouvelle génération de chercheurs en biologie émerge, qui porte sa voix plus haut dans la politique. C'est aussi, comme nous l'avons vu, en 1969-1970 que le taux de croissance annuel de la population mondiale dépasse les 2 % pour atteindre son taux record de 2,06 %, donnant libre cours aux discours alarmistes en matière de démographie et d'économie. Plusieurs grandes associations environnementales naissent alors : *Survival International* en 1968, les Amis de la Terre (*Friends of the Earth*) en 1969. En 1970, décrétée « Année Européenne de la Nature », la France fonde sa première Société d'Écologie, une liste de « services écosystémiques menacés » est publiée aux États-Unis dans le rapport *Study of Critical Environmental Problems*, et le *Earth Day* est célébré par 20 millions de personnes dans les rues, le 22 avril[446].

Du côté des théories scientifiques, la fragilité de la planète Terre va être révélée par James Lovelock, dans ses travaux controversés sur l'hypothèse Gaïa[447], ou hypothèse biogéochimique, selon laquelle la Terre constituerait « un système physiologique dynamique qui inclut la biosphère et maintient notre planète depuis plus de trois milliards d'années, en harmonie avec la vie »[448]. Plus tard, Lovelock écrira ainsi

> « C'est seulement en considérant notre planète comme une entité vivante que nous pouvons comprendre (peut-être pour la première fois) pourquoi l'agriculture a un effet abrasif sur le tissu vivant de son épiderme et pourquoi la pollution l'empoisonne tout autant que nous. »[449]

Lovelock développe ainsi un modèle heuristique, appelant à un regroupement entre des disciplines jusqu'alors cloisonnées (biologie, géologie, biogéographie), ainsi qu'à l'annexion d'autres sciences en essor comme la génétique, l'écologie, ainsi que la politique.

Parallèlement, la ville émerge comme étant « le lieu où s'affrontent les lois de l'économie et les lois de l'écologie »[450]. Le couple « ville et environnement » devient alors sujet d'études, objet de l'écologie urbaine (au sens d'écologie de la ville), et est analysé en termes de métabolisme, tel un être cellulaire vivant, consommant pour cela des ressources naturelles puis produisant des déchets (figure 67). De Rosnay écrit ainsi :

---

[445] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 34.

[446] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin.

[447] LOVELOCK J.E., 1972, « Gaia as seen through the atmosphère », *Atmospheric Environment Journal*, n° 6, p. 579-580. LOVELOCK J.E., 1986, « Gaia, the world as a living organism », *New Scientist*, volume 112, n° 1539, p. 25-28.

[448] LOVELOCK J.E., 1986, « Gaia, the world as a living organism », *New Scientist*, volume 112, n° 1539, p. 25-28.

[449] LOVELOCK J.E., 2008, *La revanche de Gaïa*. Paris, J'ai Lu Essais, p. 12-13. Traduit de LOVELOCK J.E., 2006, *The Revenge of Gaia: Why the Earth is Fighting Back - and How we Can Still Save Humanity*. Oxford University Press.

[450] DE ROSNAY J., 1975, *Le macroscope. Vers une vision globale*. Paris, Seuil, p. 48.

« La croissance et les maladies de la ville, la multiplicité de ses fonctions, son comportement quotidien suggèrent que la ville réagit comme un organisme vivant communiquant avec un environnement qu'il modifie indirectement et qui le modèle à son tour. »[451]

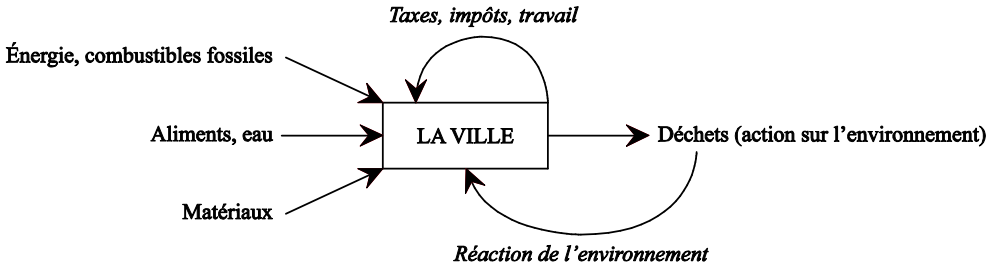


Figure 67 La ville comme « organisme vivant ».
Schématisation du métabolisme urbain, de la ville comme « organisme vivant », « à la fois support et conséquence de l'organisme social qui vit en son sein » (d'après de Rosnay[452]).

Sabine Barles[453] résume ainsi la définition de l'écologie urbaine faite par Abel Wolman[454] : « dans la ville entrent de la nourriture, de l'eau propre, des combustibles ; de la ville sortent des eaux usées, des déchets et des polluants atmosphériques. »[455] À la suite de ce dernier, Eugène Odum montre que la ville est à proprement parler « un écosystème hétérotrophe qui dépend des importantes entrées de flux énergétiques provenant de sources extérieures »[456]. Ainsi la ville se nourrit-elle de constituants organiques préexistants, n'en faisant qu'une synthèse trophique partielle, générant déchets et pollutions.

De façon concomitante à l'écologie urbaine naturaliste (à partir des années 1960, donc) se développent les principes de l'écologie industrielle qui considère que « le système industriel peut être considéré comme un sous-système de la Biosphère »[457], mettant ainsi l'accent sur la nécessité de coupler l'analyse économique, avec ses flux monétaires, à l'analyse écologique avec ses flux d'énergie et de matière[458]. La décennie 1990-2000 voit s'étendre l'approche par l'écologie industrielle et consacre ce domaine, voulant aller au-delà des politiques environnementales sectorielles en répondant à des défis plus globaux et intégrés afin de délaisser les approches de dépollution « en bout de chaine » ou « à la source ». L'écologie industrielle recherche en effet une optimisation à l'échelle de groupes d'entreprises, de filières, de régions, voire du système industriel dans son ensemble. C'est

[451] DE ROSNAY J., 1975, *Le macroscope. Vers une vision globale*. Paris, Seuil, p. 50.
[452] DE ROSNAY J., 1975, *Le macroscope. Vers une vision globale*. Paris, Seuil, p. 50.
[453] BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », *Écologies urbaines*. Paris, Economica, sous la direction de COUTARD O. et LEVY J.-P., p. 61-83.
[454] WOLMAN A., 1965, « The metabolism of cities », Scientific American, n° 213, p. 179-190.
[455] BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », *Écologies urbaines*. Paris, Economica, sous la direction de COUTARD O. et LEVY J.-P., p. 67.
[456] ODUM E.-P., 1976, Écologie : Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines. Paris, Doin, p. 38.
[457] ERKMAN S., 2004 (1998), *Vers une écologie industrielle*, 2e édition enrichie et mise à jour. Paris, éditions Charles Léopold Mayer & la librairie FPH, p. 49. Cité par BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », *Écologies urbaines*. Paris, Economica, sous la direction de COUTARD O. et LEVY J.-P., p. 68.
[458] BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », *Écologies urbaines*. Paris, Economica, sous la direction de COUTARD O. et LEVY J.-P., p. 68.

dans cette optique qu'elle s'inspire de fonctionnement écosystémique naturel et considère l'éconosphère comme sous-système de la biosphère[459] (figure 68).

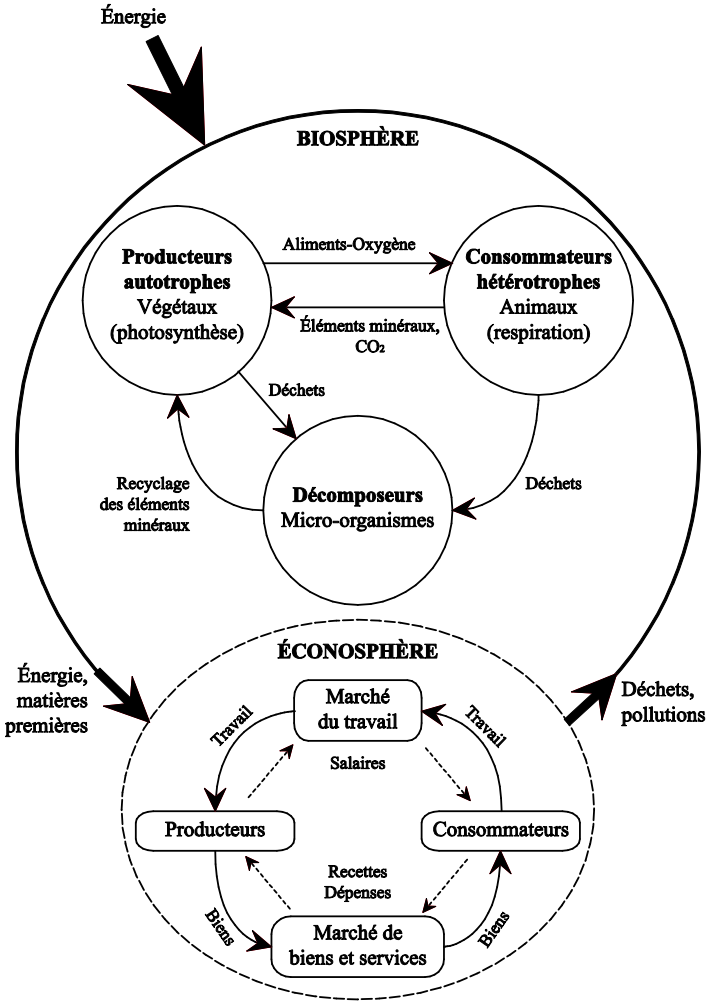


Figure 68 « Éconosphère et biosphère ».
« Éconosphère et biosphère : l'économie humaine, un sous-système du système écologique ». *In* Boutaud et Gondran[460].

De cette conception est née, au cours des années 1990, la notion d'empreinte écologique, qui peut être appréhendée comme « un indice synthétique de soutenabilité »[461] reposant sur deux quantifications majeures :

- « la quantité de services, issus de la biosphère, nécessaire pour faire fonctionner l'éconosphère (la demande en ressources naturelles régénératives) ;
- la quantité de ces services que la biosphère est capable de régénérer (l'offre en ressources naturelles régénératives). »[462]

Boutaud et Gondran entendent par « ressources régénératives » non seulement la capacité de renouvellement des ressources naturelles, mais aussi la capacité d'assimilation par la

[459] BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*. Paris, La Découverte.
[460] BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*. Paris, La Découverte, p 36.
[461] BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*. Paris, La Découverte.
[462] BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*. Paris, La Découverte, p. 38.

biosphère de certains déchets, biologiquement assimilables, produits par les activités humaines[463].

L'entrée de l'écologie dans le paysage politique

L'écologie politique va, pour émerger, s'appuyer sur les analyses philosophiques de la société de consommation proposées, entre autres, par Günther Anders[464] et Hannah Arendt[465]. Ainsi va naître, dans les années 1960 et 1970, l'écologie politique, ce « mouvement cherchant de mille manières à faire entrer l'écologie dans la politique »[466]. La littérature des sciences humaines est une des rares à faire le rapprochement entre écologie scientifique et écologie politique, avec des auteurs comme Georgescu-Roegen[467], Deléage[468], Stern[469], Drouin[470], Latour[471] ou encore Lévêque et van der Leeuw[472].

L'idée de nature s'émancipe de ses principes tutélaires et l'écologisme se place dorénavant en rupture avec les idées passées, prenant la forme d'une critique radicale de la société. Le début des années 1970 va donc s'avérer décisif en termes de convergence d'une écologie scientifique et d'une écologie politique. L'association Greenpeace voit le jour, ainsi que plusieurs Ministères de l'Environnement ; le rapport *The Limits to Growth*, du Club de Rome est publié en 1972 et la première conférence des nations Unies sur l'Environnement se tient à Stockholm en 1972 ; le biologiste René Dubos publie le rapport *Nous n'avons qu'une terre* et le philosophe Arné Naess écrit sur la *Deep Ecology*. Edgar Morin situe en cette année 1972 le début du mouvement écologiste en France. Il écrira cette même année, dans *Le Nouvel Observateur*, sous le titre « L'an I de l'ère écologique », que « La croissance industrielle n'est pas le cadre ferme à l'intérieur duquel doivent se situer tous nos débats […]. La réponse ne serait pas dans une nouvelle solution miracle, le *zero growth*, l'état stationnaire, mais dans la croissance contrôlée. Or cela pose un problème énorme qui est celui de la politique planétaire. Qui contrôlera ? Et si l'on pose la question du développement économique en ces termes, il faut aussi poser la question du développement de l'homme, c'est-à-dire d'une mutation de l'organisation sociale. »

Cet article se situe pleinement dans le débat ouvert par le Club de Rome sur la thématique de la croissance, du développement et de l'état stable, concept que Georgescu-Roegen dénoncera comme étant « un mirage à la mode »[473].

---

[463] BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*. Paris, La Découverte.

[464] ANDERS G., 1956 (2002), *L'obsolescence de l'homme - Sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle*. Paris, coédition l'Encyclopédie des Nuisances/Ivrea.

[465] ARENDT H., 1961, *Condition de l'homme moderne*. Paris, éditions Calmann-Lévy. Traduit de ARENDT H., 1958, *The Human Condition*. University of Chicago Press.

[466] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 33.

[467] GEORGESCU-ROGEN N., 1979, *La Décroissance, Entropie-Écologie-Économie*. Paris, Sang de la Terre.

[468] DELEAGE J.-P., 1991, *Une Histoire de l'écologie*. Paris, La Découverte.

[469] STERN P.C., 1993, « A second environmental science : human-environment interactions », *Science*, n° 260, p. 1897-1899.

[470] DROUIN J.-M., 1993, *L'Écologie et son histoire*. Paris, Flammarion.

[471] LATOUR B., 1999, *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. Paris, La Découverte.

[472] LEVEQUE C. et VAN DER LEEUW S., 2003, *Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*. Paris, Elsevier.

[473] GEORGESCU-ROGEN N., 1979, *La Décroissance, Entropie-Écologie-Économie*. Paris, Sang de la Terre, p. 111.

Durant cette décennie 1970-1980, les partis écologistes naissent en Grande-Bretagne (1974) et en Allemagne (1979). Gunnell note ainsi que, « depuis 1969-1970, l'écologue se mêle de plus en plus de débats sociétaux, et s'investit de plus en plus dans le processus de formation de l'opinion publique par les médias et l'élaboration des politiques publiques. »[474], ajoutant que « Les rapports périodiques du GIEC, l'appel de Rio de Janeiro (1992) ou encore le Millenium Ecosystem Assessment (2005), en sont des prolongements récents. »[475]

Le ciel nocturne comme « bien collectif pur », objet à sauvegarder

Les années 1960 sont également celles de l'essor des théories économiques appliquées à l'environnement. Aussi, les principes de la théorie des jeux, des externalités ou encore de la compétition ont été transcrits aux « biens » environnementaux. La société peut ainsi être considérée comme une coopération humaine ayant pour but la mutualisation d'externalités positives en vue de l'optimisation des avantages qu'elles procurent. Dans la théorie des jeux, cela revient à considérer la société comme un jeu à somme non nulle et positive ; de plus, les différents statuts de propriété (privée, communautaire, publique) doivent permettre de convertir les jeux à somme nulle ou négative susceptibles de naître dans les groupes sociaux en jeux à somme positive[476].

Par la suite, différents types de biens ont pu être définis selon les types de transactions s'effectuant entre individus ou entreprises. Un bien dont l'usufruit se trouve limité à un seul agent à la fois sera appelé ressource rivale ; si un agent en est propriétaire ou locataire, il apparaît un caractère exclusif, avec un accès au bien pouvant être refusé aux autres agents. La combinaison du caractère de rivalité et d'exclusivité définit une ressource privée. Une ressource exclusive mais non rivale (accès réservé, payant à la ressource mais possibilité d'usage par plusieurs agents simultanément, comme une séance de cinéma payante, par exemple) sera appelée ressource de club. Une ressource rivale mais non exclusive sera dite « en propriété collective » ou « en commun ». Enfin, les ressources non rivales et non exclusives sont des ressources publiques, en accès libre, appelées encore « biens collectifs purs » ; il s'agira par exemple de l'océan, ou bien encore de l'air (tableau 16).

	Non exclusivité	**Exclusivité**
Non rivalité	Biens collectifs purs	Biens de club
Rivalité	Biens en commun	Biens privés

Tableau 16 Définitions des différents types de biens ou ressources, d'après Samuelson[477].

[474] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 38.
[475] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 38.
[476] Schmidtz D., 1994, « The institution of property », *Social Philosophy and Policy*, n° 11, p. 42-62.
[477] SAMUELSON P.A., 1954, « The pure theory of public expenditures », *Review of Economics and Statistics*, n° 36, p. 387-389.

Pour appréhender le problème posé par l'insertion de lumière artificielle dans l'environnement, il nous faut en premier lieu distinguer le *noir*, « état physique » périodique non produit par l'homme et résultant de la rotation de la Terre sur elle-même, du *ciel nocturne*, « objet » immatériel, non saisissable. Ainsi, si le noir constitue bien la condition *sine qua non* d'accès à l'objet ciel nocturne, la lumière ne constitue pas pour autant un facteur de dégradation physique de ce dernier (comme le sont des pesticides dégradant physiquement un sol, ou une nappe de pétrole dégradant l'océan). L'objet ciel noir est donc un bien collectif pur, un bien public total, irréductible, non rival, non excludable et non appropriable.

Néanmoins, du fait même de sa nature, il constitue un bien public très particulier dans le paysage des biens environnementaux. L'Homme peut ainsi le détruire sans pour autant le consommer ; la production de la lumière artificielle ne le fait pas réellement disparaître (les étoiles, les astres restent présents dans le ciel), mais interdit à l'Homme d'y accéder visuellement. De plus, cette restriction d'accès ne se fait pas par une appropriation (comme c'est le cas pour une plage privée, par exemple) mais seulement par la mise en œuvre d'usages contradictoires. La considération économique du seul ciel noir pousse donc à considérer la lumière comme une simple nuisance limitant l'accès de l'Homme à un bien naturel.

Pour autant, si l'on considère le noir comme actif environnemental (cf. première partie de ce travail sur les impacts environnementaux et sanitaires de la lumière artificielle), c'est bien alors à une pollution aux traces écosystémiques durables qu'a à faire face l'économiste. Pour y répondre, une dépollution peut être envisagée afin, comme nous le verrons, de trouver un équilibre en tenant compte de la variable environnementale et donc d'atteindre un optimum de pollution, obtenant ainsi un équilibre de Pareto entre les bénéfices tirés de la lumière artificielle et ses coûts. Se posera alors, comme dans toute recherche d'un équilibre de Pareto, la question de la mesure des coûts et, pour pouvoir les mesurer, de leur connaissance.

Le noir a cette particularité qu'il peut être reproduit artificiellement – non sans engendrer certains coûts, bien entendu. Ainsi en est-il d'une personne fermant les volets de son habitation afin d'évider l'intrusion de la lumière générée par un lampadaire. Mais si l'on peut reproduire *un noir* « artificiellement », on ne peut reproduire *le noir naturel*, et donc le ciel étoilé, bien non produit et non productible par l'homme. Il apparaît alors qu'une dépollution par reproduction artificielle ne permet pas un retour total aux bénéfices engendrés par le noir (figure 69). Tout au plus la reproduction du ciel étoilé est-elle possible par le biais de logiciels informatiques ou à l'intérieur des planétariums.

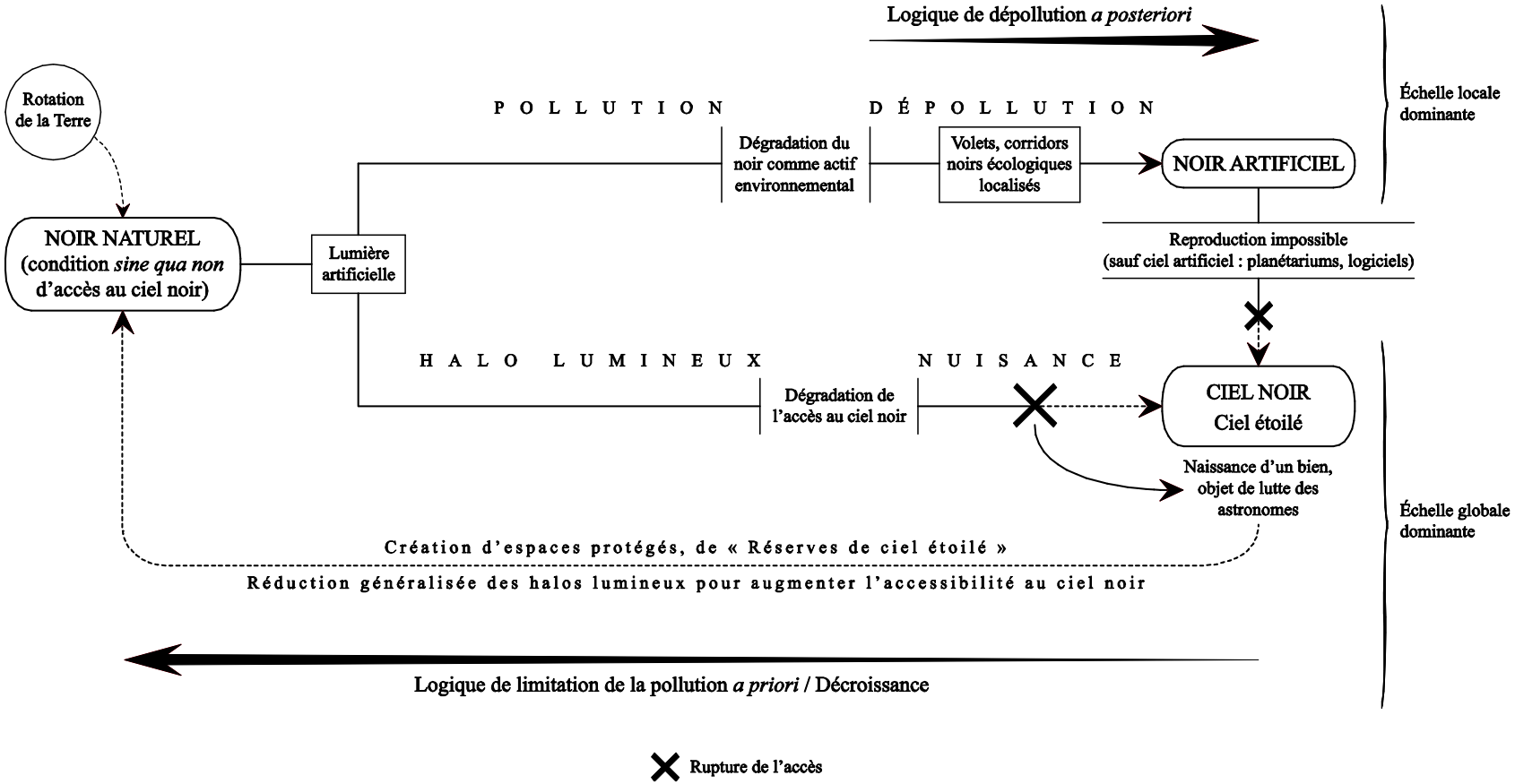


Figure 69 Perte du noir naturel pour cause d'introduction de lumière artificielle.
Schématisation de la perte du noir naturel pour cause d'introduction de lumière artificielle, engendrant pollution environnementale et sanitaire, ainsi que nuisance par réduction d'accessibilité au ciel noir, au ciel étoilé. Cette dégradation de l'accessibilité au ciel noir a bien été à l'origine de la prise de conscience de certains acteurs (astronomes) qui se sont alors emparés de ce nouveau bien et en ont fait un « objet de lutte ». Leurs revendications, au travers de cet objet, visent essentiellement à retrouver une part de noir naturel, état physique qui conditionne entièrement la vision du ciel nocturne étoilé. Schéma de l'auteur.

1.1.1.2 Les astronomes, observateurs privilégiés de l'étalement urbain

La ressource naturelle qu'est le ciel noir n'est donc plus rendue accessible à tous indépendamment d'un paiement, puisqu'il est désormais nécessaire de se déplacer loin des sources de lumière artificielle pour pouvoir l'utiliser (comme le font les astronomes amateurs et professionnels, par exemple), ce qui engendre un paiement (coût de transport, temps de transport, etc.) et une soumission à ces externalités.

Vues imprenables sur l'étalement urbain

L'apparition de la thématique de la « pollution lumineuse » dans les années 1970, sous l'impulsion première des astronomes amateurs et professionnels, n'est pas étrangère au contexte de pensée environnementale et est, de plus, concomitante et corrélée à l'âge d'or de l'éclairage fonctionnaliste massif de voirie et à l'étalement urbain – tout aussi massif – qui s'opère dans les pays industrialisés. Ces deux derniers facteurs combinés ont entrainé l'augmentation rapide, en taille et en intensité, des halos lumineux émis par les villes. À la suite de ce phénomène, des associations – que l'on qualifie souvent « d'associations de défense du ciel nocturne » – sont apparues aux États-Unis puis dans de nombreux pays industrialisés.

Les observatoires amateurs, souvent placés à quelques dizaines de kilomètres des villes, offrent une terrasse avec vue imprenable sur le halo lumineux urbain, ainsi que sur son accroissement. Il est à noter que la population pratiquant l'astronomie amateur a toujours été – non sans paradoxe apparent – à dominante urbaine, car composée essentiellement d'universitaires, de professeurs des écoles, d'étudiants des filières scientifiques, d'ingénieurs bref, d'intellectuels résidant – car travaillant – majoritairement dans les villes. Beaucoup d'observatoires de clubs d'astronomie amateurs (abritant parfois des instruments d'observations servant des collaborations à des programmes de recherche professionnels de longue haleine sur lesquels les grands télescopes ne peuvent se focaliser dans la durée) ont ainsi été construits, entre les années 1960 et 1980, à une distance raisonnable des villes, proche de leurs principaux utilisateurs, afin de permettre une fréquence élevée d'observations. Ces installations, situées, lors de leur implantation, à 10 ou 20 kilomètres des agglomérations, ont vu se rapprocher d'année en année le front d'urbanisation.

« Le premier instrument de l'astronome amateur aujourd'hui ? La voiture ! »[478]

D'année en année, les astronomes amateurs sont donc contraints de chercher de nouveaux sites d'observations, répondant à leurs exigences, dans un territoire mité par les halos lumineux. En 1983 déjà, Berry[479] donnait, empiriquement, les « distances de libération » suivantes, en fonction du poids de population des villes : 20 kilomètres pour une ville de 10 000 habitants, 40 pour 50 000, 80 pour 250 000 et 120 kilomètres pour une

[478] Propos relevés lors d'une conférence de Pierre Brunet, secrétaire de l'ANPCEN, 2007.

[479] BERRY R., 1983, « The Darkness of the Night Sky », *International Amateur-Professional Photoelectric Photometry Communication*, n° 9, p. 10-15.

agglomération d'un million d'habitants. Face à l'augmentation de cette « distance de libération » du halo d'agglomération, les astronomes amateurs, n'ayant d'autre choix que de se déplacer toujours plus loin pour leurs observations, ont répondu par un accroissement de la transportabilité de leurs instruments. Ainsi, dans les années 1960, les télescopes de formule optique « Schmidt-Cassegrain » offrant des rapports diamètre de l'instrument/transportabilité très attractifs se sont répandus chez les astronomes amateurs. Le fameux « C8 orange » (couleur du télescope Schmidt-Cassegrain de 8 pouces de diamètre fabriqué par la firme américaine Celestron) tenant dans le coffre d'une petite voiture est devenu l'instrument représentatif de l'astronome itinérant.

Par la suite, dans les années 1970, les télescopes de type « Dobson » (du nom de son inventeur américain, John Dobson) ont fait leur apparition, de façon concomitante à l'explosion de la pratique amateur de l'astronomie aux États-Unis et, une quinzaine d'années plus tard, en Europe. L'étalement urbain s'accélérant, la popularité du télescope « Dobson » s'est accentuée grâce à une de ses particularités : sa grande transportabilité, même pour des miroirs de 400 ou 500 millimètres de diamètres. C'est la structure même de ce type de télescope qui lui vaut cette transportabilité : l'apparition des tubes dits « serruriers », c'est-à-dire presque entièrement démontables, a permis de faire tenir un télescope de 500 millimètres de diamètre et sa monture Dobson dans le coffre d'une petite voiture.

La fuite des observatoires professionnels vers l'hémisphère Sud

Pour les structures servant les astronomes professionnels, la réponse la plus simple a été la fuite dans l'hémisphère Sud (tableau 17). Bien entendu, la pollution lumineuse n'a pas été le seul élément déclencheur de ces migrations : les conditions climatiques, météorologiques voire même sismiques y sont pour beaucoup. Il n'en reste pas moins qu'aujourd'hui, les derniers observatoires professionnels situés dans l'hémisphère Nord, dans des zones polluées, sont très affectés.

Certaines recherches effectuées dans des observatoires de petite taille relative peuvent pourtant s'avérer être à la pointe : c'est bien à partir d'observations qu'ils ont réalisées à l'observatoire de Haute-Provence que, le 6 octobre 1995, Michel Mayor et Didier Queloz de l'observatoire de Genève ont annoncé la découverte de planètes autour d'une étoile de la constellation de Pégase. Depuis, la recherche d'exoplanètes (ou planètes extrasolaires, c'est-à-dire orbitant autour d'une étoile autre que le Soleil) n'a cessé de prendre de l'ampleur au sein des laboratoires d'astrophysique.

Nom	Diamètre (m)	Situation géographique	Construction
Keck 1	9,8	Mauna Kea, Hawaii	1993
Keck 2	9,8	Mauna Kea, Hawaii	1996
Télescope Hobby-Eberly (HEB)	9,2	Mont Fowlkes, Texas	1997
Télescopes Magellan	6,5	Observatoire de Las Campanas, Chili	1998
Very Large Telescope UT1 (Antu)	8,2	Cerro Paranal, Chili	1998
Gemini Nord	8,1	Mauna Kea, Hawaii	1999
Multiple Mirror Telescope (MMT)	6,5	Mont Hopkins, Arizona	1999
Subaru (NLT)	8,3	Mauna Kea, Hawaii	1999
Very Large Telescope UT2 (Kueyen)	8,2	Cerro Paranal, Chili	1999
Very Large Telescope UT3 (melipal)	8,2	Cerro Paranal, Chili	2000
Gemini Sud	8,1	Cerro Pachón, Chili	2001
Very Large Telescope UT4 (Yepun)	8,2	Cerro Paranal, Chili	2001
SOAR	4,2	Cerro Pachón, Chili	2002
LZT	6	Maple Ridge, Colombie Britannique	2003
Large Binocular Telescope (LBT)	Équiv. 11,8	Mont Graham, Arizona	2004
Gran Telescopio Canarias (GTC)	10,4	La Palma, Canaries	2005
Southern African Large Telescope (SALT)	9,5	Sutherland, Afrique du Sud	2005
VISTA	4,2	Cerro Paranal, Chili	2007

Tableau 17 Situation géographique des télescopes optiques terrestres de ces 20 dernières années.
Les plus grands télescopes optiques terrestres et leur situation géographique (tri croissant par année de construction).



Image 67 La plaine Nord vue de l'observatoire du Pic du Midi de Bigorre.
Photographie depuis l'observatoire du Pic du Midi de Bigorre, en direction de la plaine Nord. On observe, à gauche de l'image, les empreintes lumineuses de Tarbes et Lourdes. À droite, au niveau de l'horizon, le halo de l'agglomération toulousaine. Photographie : Romain Montaigut.

1.1.1.3 L'apparition d'un véritable objet de lutte

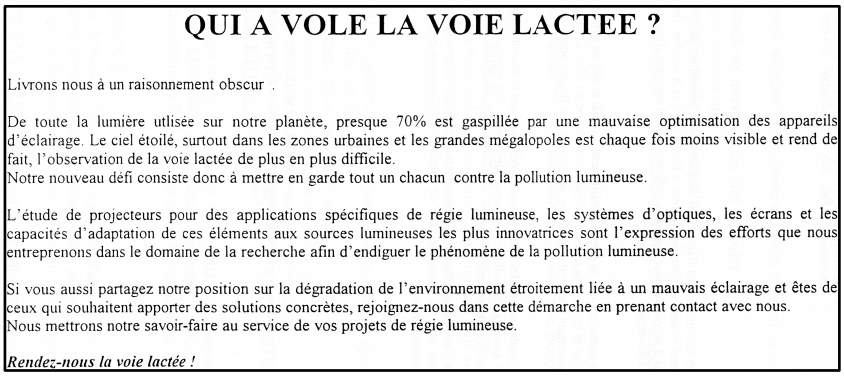
L'impression d'être spolié d'un bien : « Save Our Sky ! »

En tant qu'observateurs privilégiés de l'augmentation des halos lumineux des agglomérations, les astronomes amateurs ont donc été les premiers à se saisir de l'éclairage artificiel comme objet de lutte. La perte grandissante de la visibilité des objets célestes les plus faiblement lumineux, par perte de contraste, entraine pour l'astronome l'impression d'être privé, spolié de son bien, de son objet de passion et d'étude. S'installe alors une logique – aujourd'hui classique (tableau 18) – de défense du pré carré, de sauvegarde du bien dégradé par un autre agent.

Programme	Valeurs identitaires	Adversaire	Objectif
Conservation de la nature	Amis des bêtes, misanthropes	Urbanisation	Maintien ou retour de la nature sauvage
Défense du pré carré, NIMBY	La communauté locale solidaire	Pollueurs, nuisances	Santé, qualité de vie
Contre-culture, *deep ecology*	Gaïa, mysticisme, technophobie	Industrialisation, technocratie	Utopie écologique
Sauver la planète	Écoguerriers Internationalistes altermondialistes	Mondialisation, multinationales, OGM	Développement durable
Politique des Verts	Citoyens engagés, vie locale	Centralisme politique	Contre-pouvoir local à l'État technocratique

Tableau 18 Principaux systèmes de valeurs dans les approches militantes de l'écologie globale. (Castells[480], modifié par Gunnell[481]).

Cette sensation de spoliation, de perte du bien, se retrouve évidemment dans les tracts diffusés par les astronomes, ainsi que dans les articles sur la pollution lumineuse qui apparaissent ça et là, dans des revues d'astronomie ou dans la presse locale. On peut y lire des slogans tels que « Rendez-nous la voie lactée ! » (image 68), ou bien encore « Attention, vous perdez votre ciel ! » (image 72).



QUI A VOLE LA VOIE LACTEE ?

Livrons nous à un raisonnement obscur .

De toute la lumière utlisée sur notre planète, presque 70% est gaspillée par une mauvaise optimisation des appareils d'éclairage. Le ciel étoilé, surtout dans les zones urbaines et les grandes mégalopoles est chaque fois moins visible et rend de fait, l'observation de la voie lactée de plus en plus difficile.
Notre nouveau défi consiste donc à mettre en garde tout un chacun contre la pollution lumineuse.

L'étude de projecteurs pour des applications spécifiques de régie lumineuse, les systèmes d'optiques, les écrans et les capacités d'adaptation de ces éléments aux sources lumineuses les plus innovatrices sont l'expression des efforts que nous entreprenons dans le domaine de la recherche afin d'endiguer le phénomène de la pollution lumineuse.

Si vous aussi partagez notre position sur la dégradation de l'environnement étroitement liée à un mauvais éclairage et êtes de ceux qui souhaitent apporter des solutions concrètes, rejoignez-nous dans cette démarche en prenant contact avec nous.
Nous mettrons notre savoir-faire au service de vos projets de régie lumineuse.

Rendez-nous la voie lactée !

Image 68 Tract de sensibilisation du début des années 1990.

[480] CASTELLS M., 1997, *The Power of Indentity*. Malden, Blackwell.
[481] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*. Paris, Armand Colin, p. 49.



Image 69 Tract « Rendez-nous les étoiles ».
Illustration d'un tract destiné à porter à la connaissance du grand public la problématique de la pollution lumineuse. Il est intéressant de noter, au travers de cette illustration, l'aspect manuel des premiers supports de mobilisation, avant que celle-ci ne se structure et ne s'institutionnalise véritablement. 1992. Archives personnelles.

L'idée de lutte pour la sauvegarde du bien des astronomes va donc jusqu'à l'appropriation de celui-ci au travers des slogans : il s'agit bien plus, aux débuts de l'engagement des astronomes, de « sauver *notre ciel* » que de sauver *la nuit* en général, ou même *le ciel noir* dans sa globalité. Et si – comme nous le verrons – l'argumentation va réellement s'élargir à partir des années 2000, la sauvegarde du pré carré des astronomes amateurs est restée, pendant bien longtemps – et parfois même encore aujourd'hui –, sous-jacente à la lutte contre la pollution lumineuse.



Image 70 En-tête de la Lettre d'Information de l'ANPCN, 1999.
En-tête de la *Lettre d'information de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne*, 1999. On peut remarquer l'intégration de la thématique environnementale par le biais de la chouette, qui deviendra par la suite un élément fondateur du logo de l'ANPCN. Intégration de l'environnement, mais aussi symbole de « l'animal nocturne » auquel certains astronomes amateurs s'identifient. Archives personnelles.

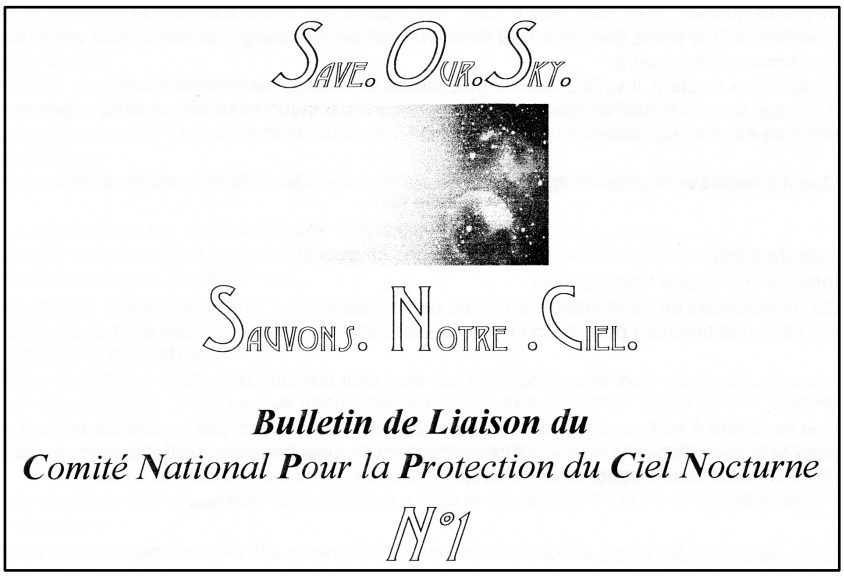


Image 71 « S.O.S. », « Sauvons. Notre. Ciel. »
En-tête du premier bulletin de liaison du Comité National Pour la Protection du Ciel Nocturne, avril 1997. Le slogan « Sauvons Notre Ciel », qui se transformera en « Sauver Notre Ciel », marque bien l'appropriation du bien qu'est le ciel nocturne par les astronomes amateurs, et l'idée de lutte pour la sauvegarde de ce bien. La photographie reproduite est celle d'une nébuleuse, positionnant là aussi le public *a priori* concerné et visé. En deuxième page de ce bulletin, il est écrit : « Pourquoi S.O.S / S.N.C ? Je pense qu'avec un tel nom vous n'aurez tout d'abord aucun mal à le retenir. Mais sans doute parce que notre Ciel Nocturne est en réel danger et que si nous nous [sic] portons pas à son secours, il disparaîtra. » Archives personnelles.

« Quand on a des convictions, les arguments scientifiques passent après ! »

Cette position, parfois très radicale, a souvent eu pour effet d'enfermer les astronomes amateurs dans des postures idéologiques, participant d'un positionnement conflictuel ouvert avec tout acteur institutionnel un tant soit peu relié au monde de l'éclairage. Torre et Caron[482] désignent par « tension » le sentiment ressenti par des usagers de l'espace quand des événements extérieurs – produits par des tiers – viennent les affecter de manière négative. « Une tension se transforme en conflit quand apparaissent des divergences de points de vue ou d'intérêts entre agents utilisateurs ou groupes d'usagers différents de l'espace, plus précisément quand il y a engagement d'une des parties. Engagement qui se conçoit comme la mise en œuvre d'une menace crédible » par une action juridictionnelle, une médiatisation ou la confrontation et la production de signes, par exemple[483].

Nous reviendrons sur cette conflictualité, qui apparaîtra souvent comme le seul moyen d'enclencher des formes de concertation avec les différents acteurs institutionnels de l'éclairage, mais il est d'ores et déjà intéressant de noter que les tensions et conflits constituent la trame de l'insertion de la pollution lumineuse dans l'écologie politique.

---

[482] TORRE A. et CARON A., 2002, « Conflits d'usages et de voisinage dans les espaces ruraux. Numéro thématique : Autour du développement durable », *Sciences de la société*, n° 57, p. 94-113.

[483] TORRE A. et CARON A., 2002, « Conflits d'usages et de voisinage dans les espaces ruraux. Numéro thématique : Autour du développement durable », *Sciences de la société*, n° 57, p. 94-113.

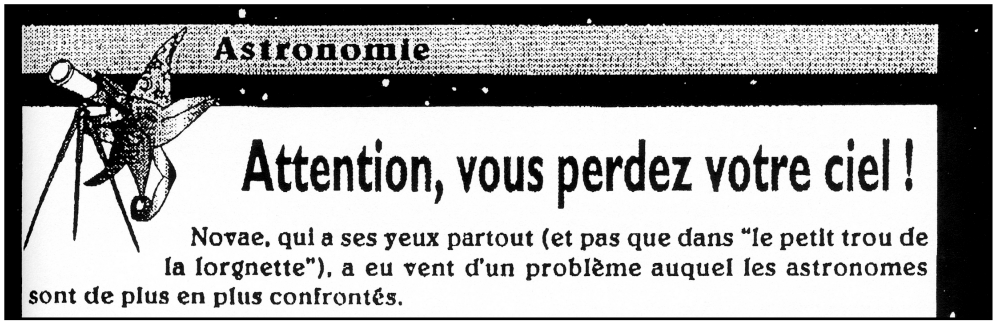


Image 72 « Attention, vous perdez votre ciel ! »
En-tête d'un article paru dans la revue *Novae*, en 1995. Archives personnelles.

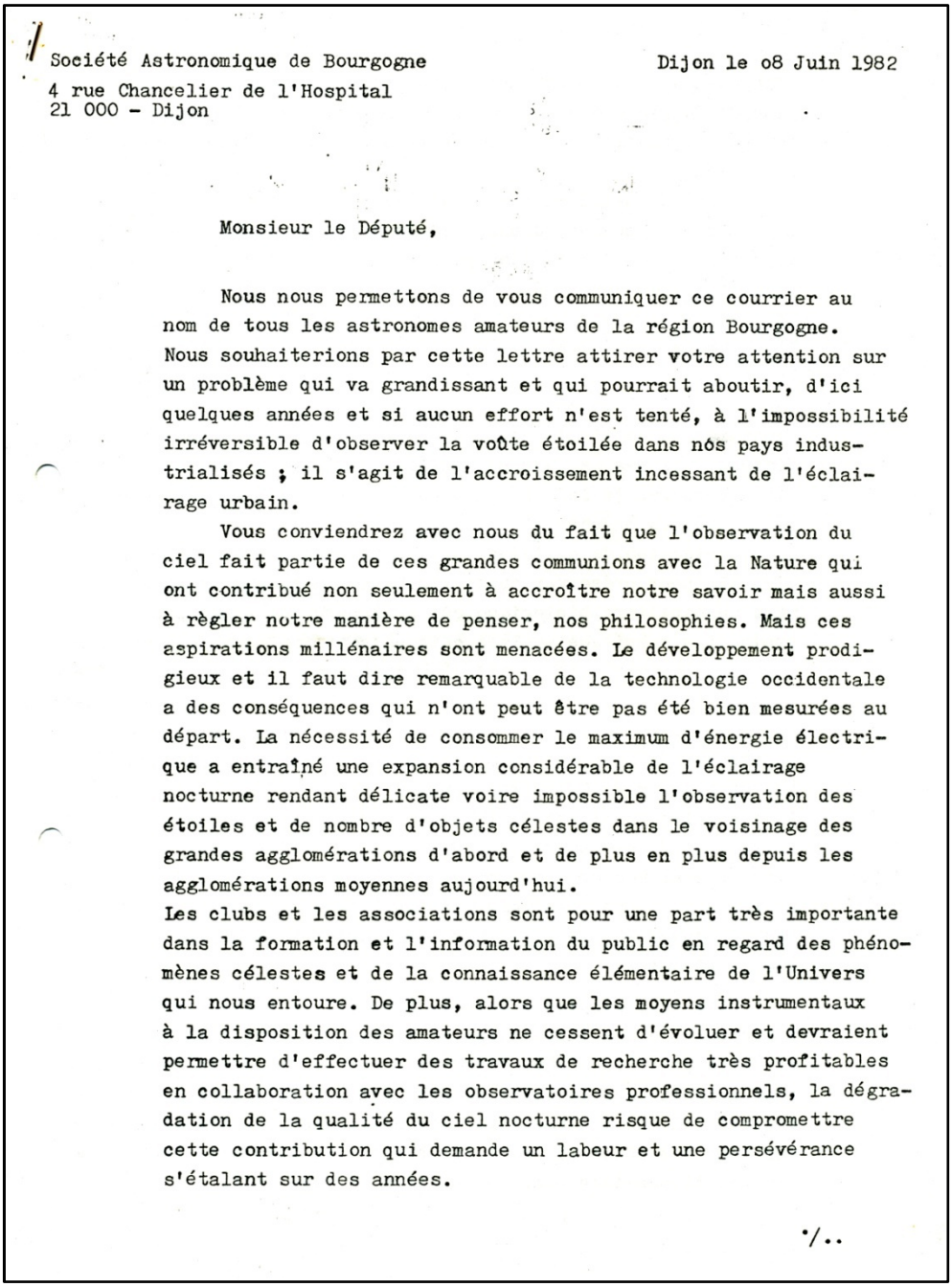
1.1.2 Historique du discours général sur la pollution lumineuse

1.1.2.1 Les années 1980 : l'apparition de la terminologie « pollution lumineuse »

Une vision en termes de gêne et de nuisance trop restreinte

Les années 1970 voient apparaître la thématique de la dégradation du ciel nocturne par la lumière artificielle, et les astronomes en parlent alors en termes de gêne puis de nuisance qu'elle génère sur leurs activités. Ces appellations sont ainsi focalisées sur les répercussions sur leurs seules activités et sur le patrimoine scientifique et culturel. Pourtant, dès le début des années 1980, la terminologie « pollution lumineuse » apparaît, suite à un besoin de marquer davantage l'opinion publique, et concrétise le dernier pas d'une montée en puissance sémantique. Ce changement de terminologie laisse transparaître les mutations à venir dans l'argumentaire. Mutations qui seront effectives dans les années 1990 avec la saisie de nombreuses études en science écologique qui paraîtront alors. Mais pour l'heure, si le vocable évolue dans la bouche des astronomes, la défense de leur pré carré reste la finalité.

Dans le courrier présenté en image 73, un argumentaire exclusivement centré sur l'astronomie et « l'observation des étoiles » reprend l'idée d'une ressource limitée, d'une croissance incessante de l'éclairage artificiel pouvant mener à « l'impossibilité irréversible d'observer la voûte étoilée dans nos pays industrialisés », et donc la remise en cause d'un certain développement technologique.



Société Astronomique de Bourgogne
4 rue Chancelier de l'Hospital
21 000 - Dijon

Dijon le 08 Juin 1982

Monsieur le Député,

Nous nous permettons de vous communiquer ce courrier au nom de tous les astronomes amateurs de la région Bourgogne. Nous souhaiterions par cette lettre attirer votre attention sur un problème qui va grandissant et qui pourrait aboutir, d'ici quelques années et si aucun effort n'est tenté, à l'impossibilité irréversible d'observer la voûte étoilée dans nos pays industrialisés ; il s'agit de l'accroissement incessant de l'éclairage urbain.

Vous conviendrez avec nous du fait que l'observation du ciel fait partie de ces grandes communions avec la Nature qui ont contribué non seulement à accroître notre savoir mais aussi à règler notre manière de penser, nos philosophies. Mais ces aspirations millénaires sont menacées. Le développement prodigieux et il faut dire remarquable de la technologie occidentale a des conséquences qui n'ont peut être pas été bien mesurées au départ. La nécessité de consommer le maximum d'énergie électrique a entraîné une expansion considérable de l'éclairage nocturne rendant délicate voire impossible l'observation des étoiles et de nombre d'objets célestes dans le voisinage des grandes agglomérations d'abord et de plus en plus depuis les agglomérations moyennes aujourd'hui.

Les clubs et les associations sont pour une part très importante dans la formation et l'information du public en regard des phénomènes célestes et de la connaissance élémentaire de l'Univers qui nous entoure. De plus, alors que les moyens instrumentaux à la disposition des amateurs ne cessent d'évoluer et devraient permettre d'effectuer des travaux de recherche très profitables en collaboration avec les observatoires professionnels, la dégradation de la qualité du ciel nocturne risque de compromettre cette contribution qui demande un labeur et une persévérance s'étalant sur des années.

./..

Image 73 Courrier de la Société Astronomique de Bourgogne à un député.
Courrier de la Société Astronomique de Bourgogne, adressé à André Billardon, député à l'Assemblée Nationale. Courrier daté du 8 juin 1982. Archives personnelles.

Une appellation perçue comme trop radicale au regard des enjeux alors mis en avant

La terminologie « pollution lumineuse » a, dans les années 1980, du mal à s'imposer. Non pas, bien entendu, dans les milieux de l'astronomie amateur et professionnelle, mais auprès des acteurs institutionnels (AFE, milieux de l'éclairagisme) et des élus locaux, d'autant plus que le contexte général est marqué, nous l'avons vu, par une sorte d'euphorie liée à la découverte des atouts de la lumière comme nouvel outil d'aménagement et de promotion des territoires. Il est, pour ces acteurs, inconcevable que cette lumière si bénéfique sur tant de points puisse constituer une forme de pollution. De là est né un conflit – qui n'est, aujourd'hui encore, pas complètement résolu – autour de l'utilisation du terme « pollution ». Les points de blocage quant à l'acceptation de cette terminologie étaient, durant ces années, essentiellement liés à l'étroitesse – qui n'est pourtant qu'apparente – de l'argumentaire astronomique. Ainsi, beaucoup d'élus, de techniciens, de responsables de syndicats et de services techniques se souviennent avoir eu affaire, au niveau local, à quelques astronomes virulents voulant plonger les villes dans le noir pour leur permettre simplement de continuer leur activité amateur, sans forcément se soucier de la nécessité de la lumière pour l'aménagement et de la demande du reste de la population (entretiens personnels avec différents acteurs).

Face à ces critiques, et voyant un nombre grandissant d'études sur les effets écologiques de l'éclairage être publiées, les astronomes vont, à la fin des années 1980 et durant la décennie 1990-2000, élargir leur argumentaire auprès de la population et des acteurs de l'éclairage en se saisissant des impacts environnementaux comme d'un levier.

ÉDITORIAL

NOUS LAISSERA-T-ON UN CIEL À OBSERVER?

L'industrialisation croissante, le développement des autoroutes, des aéroports, des centres commerciaux menacent la qualité des sites de nos observatoires et si le Pic-du-Midi, à 2 800 m d'altitude, reste remarquablement protégé, le peuplement croissant de la vallée de la Durance gêne l'Observatoire de Haute-Provence situé, entre Manosque et Forcalquier, à Saint-Michel-l'Observatoire. Tout ceci, joint au fait que le climat de la France n'assure qu'un nombre limité de bonnes nuits d'observation, eu égard au coût des télescopes modernes, a conduit les astronomes à choisir des sites exceptionnels, comme celui de Hawaï pour le télescope de 3,60 m franco-canadien.

Le problème de la dégradation des sites a été posé ici même il y a peu de temps (1) mais il semble utile d'y revenir pour voir ce que l'on peut faire d'une façon pratique pour les amateurs. En effet, si les astronomes professionnels peuvent encore espérer se défendre d'une manière officielle, les particuliers, amoureux du spectacle céleste, sont désarmés. On peut envisager cependant plusieurs types d'action :

— Développer les camps de vacances d'observation pour les jeunes, ce qui permet, non seulement de s'établir dans un bon site, mais de partager des instruments coûteux. Ces camps se répandent de plus en plus et la SAF en a elle-même organisé un en août 1977.

— Inciter les Sociétés d'Astronomie ou les Clubs à acquérir des terrains dans des sites convenables (par exemple près d'un observatoire) et à y construire, à moindre frais, pour abriter du matériel et accueillir des groupes d'observateurs.

— Conseiller aux amateurs, habitants des villes, de se regrouper pour profiter d'un jardin, d'une cour ou d'une terrasse abrités.

— Envisager les recours que les particuliers pourraient avoir envers les municipalités ou les pouvoirs publics en général, afin d'obtenir certaines protections (pose d'abat-jour sur les lampadaires, extinction des enseignes passé une certaine heure, etc.).

Il semble qu'au moment où l'on parle de la qualité de l'environnement et aussi d'économie d'énergie, et où les consommateurs s'associent pour préserver leurs intérêts, les défenseurs de la nature que sont les astronomes doivent pouvoir faire entendre leurs voix. Toute suggestion sera la bienvenue.

Bruno MORANDO

(1) Voir *l'Astronomie*, mai 1976 p. 221. Éditorial : La pollution et l'astronomie.

Image 74 Éditorial du Bulletin de la Société astronomique de France, novembre 1977.
Éditorial de Bruno Morando (Service des Calculs et de Mécanique Céleste du Bureau des longitudes, qui deviendra l'IMCCE, l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides). Bulletin de la Société astronomique de France, novembre 1977. On note l'émergence, déjà, de la thématique environnementale qui s'imposera à la fin des années 1980 et durant la décennie 1990-2000 comme axe majeur de l'argumentaire contre la pollution lumineuse. Il s'agit plus ici de prendre exemple sur d'autres causes que d'intégrer réellement l'environnement nocturne, dans sa globalité, à la réflexion sur l'éclairage artificiel. Archives personnelles.

1.1.2.2 Les années 1990 : la vision plus générale de « l'environnement nocturne »

Un nombre grandissant d'études sur les impacts écologiques de la lumière

Si la recherche écologique sur les modifications de l'environnement nocturne par la lumière artificielle fait son apparition bien avant les années 1990, c'est bien durant la décennie 1990-2000 qu'elle va prendre son véritable essor. Parmi les précurseurs de la thématique, citons Verheijen et ses travaux décisifs sur l'attraction des animaux par la lumière artificielle (Verheijen, 1958), ainsi que sa définition du terme *photopollution* (« *artificial light having effects on wildlife* », Verheijen, 1985) ; citons également McFarlane (1963) qui fait émerger le problème de la désorientation, due à la lumière artificielle le long des plages, des tortues marines (le thème réapparaîtra dans les années 1980, avec Raymond, 1984). Enfin, Frank, en 1988, écrit sur les impacts concernant les papillons de nuit.

La littérature n'est donc pas restée muette sur la thématique avant les années 1990, mais jusqu'alors, à l'exception de l'étude de Verheijen (1985), les études se focalisaient chacune sur un taxon particulier. C'est donc bien la décennie 1990 qui s'avère décisive en matière de recherches sur les impacts plus larges de la lumière artificielle, sur ses effets écosystémiques dans leur ensemble. Pour une revue quasi exhaustive de cette littérature, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage somme de Rich et Longcore (2006), *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*.

Le noir comme élément fondamental de tout biotope

Ces recherches amènent donc à considérer non plus seulement la protection du seul ciel noir, mais bien celle du nocturne comme facteur physique déterminant de tout biotope, de tout milieu physique spatialement délimité et de composition strictement définie – là est la définition du biotope –, servant de support aux espèces constituant la biocénose (c'est-à-dire l'ensemble des animaux et des végétaux qui vivent dans les mêmes conditions de milieu et dans un espace donné ; l'addition du biotope et de la biocénose qu'il abrite constituant l'écosystème).

La notion d'environnement nocturne apparaît alors, voulant désigner la partie de l'environnement (environnement défini par le Grand Dictionnaire Terminologique de l'Office Québécois de la Langue Française comme un « Ensemble dynamique et évolutif, constitué d'éléments physiques, chimiques, biologiques et de facteurs sociaux, dans lequel se développe tout organisme vivant et qui est susceptible d'avoir une influence directe ou indirecte sur celui-ci. ») dépendant fonctionnellement de la nuit – au sens astronomique du terme.

Cela a poussé les écologues à réellement prendre en compte le moment nocturne comme un facteur physique, de variation périodique bien définie, constituant fondamental de tout biotope. La lumière artificielle vient dérégler cette variation naturelle, impactant ainsi la composition strictement définie du biotope servant de support aux espèces constituant la biocénose. Dans les années 1990, les écologues mettent donc en avant un nombre

important d'impacts, sur différents taxons, mais également les aspects rétroactifs – car systémiques – de ces modifications.

À la fin des années 1990, la domination de l'argumentaire écologique

La protection des mécanismes écologiques permis par le nocturne devient ainsi un argument qui, peu à peu, prend du poids, jusqu'à devenir majeur dans le discours des militants, leur permettant de globaliser leur argumentaire et – en apparence – de ne plus paraître enfermés dans une logique conflictuelle de type NIMBY. Cette ouverture de l'argumentaire a également permis des rapprochements avec de nouveaux acteurs, comme la Ligue de Protection des Oiseaux, les associations d'entomologie (science des insectes) ou les chiroptérologues (personnes effectuant le suivi des populations de chauves-souris), afin de les sensibiliser pour en faire simultanément de nouveaux médias de la lutte contre la pollution lumineuse auprès de leurs réseaux, et de nouveaux appuis lors d'opérations de sensibilisation (conférences auprès du public, par exemple).

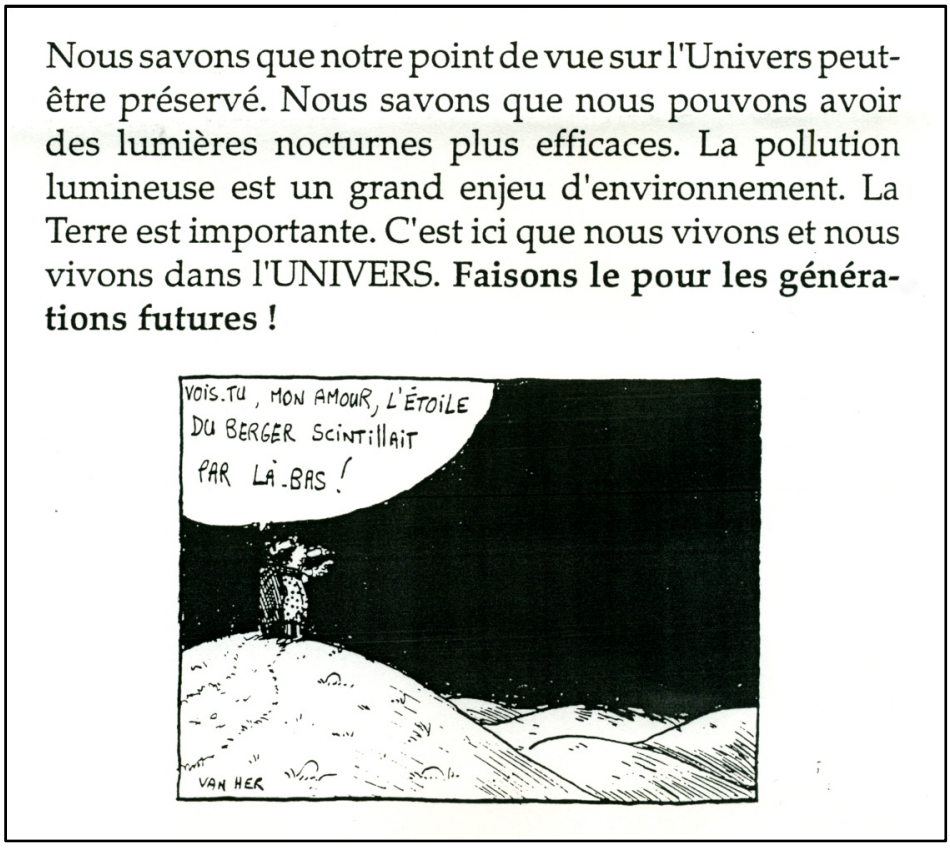


Image 75 « La pollution lumineuse est un grand enjeu d'environnement ».
Extrait d'un document de sensibilisation édité par la Fédération d'Astronomie Populaire Amateur du Midi, intitulé *La pollution lumineuse, un véritable gâchis énergétique*, daté (d'après les références et les documents utilisés) de la deuxième moitié des années 1990. Même si la défense de l'environnement, de « la Terre » dans sa globalité, est mise en avant, il s'agit bien encore de préserver « notre point de vue sur l'Univers » (ce que corrobore l'illustration) ; mais il s'agit désormais d'un « notre » inclusif, et non plus seulement d'un pronom possessif réservé aux astronomes. Les « générations futures », sollicitées par toute cause environnementale, sont aussi intégrées au jeu d'acteurs. Archives personnelles.

Parallèlement, la notion de *wilderness* – que l'on peut traduire par le concept de « naturalité » – s'impose fortement aux États-Unis. L'émergence de cette notion est relativement ancienne outre-Atlantique, puisqu'elle est intrinsèquement liée au rôle primordial de la nature sauvage dans les premières expériences des pionniers arrivés sur le sol américain, dans l'apparition du mythe de la frontière ainsi que dans la constitution d'une base éthique du rapport au monde des nord-américains (Larrère, 1998, cité par Depraz, 2008). Mais ce concept remonte très fortement dans l'idéologie environnementale américaine après la seconde Guerre Mondiale et trouve un écho particulier auprès des mouvements européens d'écologie politique, renforçant ainsi les volontés de protection de « la Nature », personnifiée, « pour les générations futures ». Notons que si l'image 75 nous montre un argumentaire s'élargissant à l'écologie, à l'environnement (« La pollution lumineuse est un grand enjeu d'environnement. »), l'illustration qui suit directement le texte reste encore centrée sur l'objet ciel nocturne.

1.1.2.3 Les années 2000 : la thématique sanitaire

En théorie, une thématique de poids

Les années 2000 sont celles de la montée en puissance, au sein du politique, de la notion de risque et de son corolaire, le principe de précaution. Les risques sanitaires sont poussés sur le devant de la scène, et les recherches sur les causes environnementales multifactorielles de maladies comme les cancers prennent une place importante dans les laboratoires et les centres de recherche hospitaliers.

Parallèlement – et non sans lien avec une société aux temporalités de plus en plus complexes et disloquées –, les Centres du Sommeil se développent et leurs recherches poussent à considérer le rôle majeur du temps de repos nocturne dans nombre de mécanismes biologiques. Parmi les critères prépondérants dans la « gestion » de ces mécanismes se trouve l'alternance lumière/obscurité naturelle, et son rôle dans la production de la mélatonine, chronobiotique majeur (*cf.* Première Partie, Chapitre 3). Rappelons par exemple les articles de Davis *et al.* (2001), de Pauley (2004) ou encore de Stevens (2005).

Il n'en fallait pas plus pour que les militants du retour d'une certaine « nocturnité » s'emparent de cette thématique sanitaire pour donner du poids à leur argumentaire. Un poids important dans ce contexte de prise en considération politique des risques : quel politique pourrait, en cas de causalité avérée d'un excès de lumière artificielle sur le démarrage et/ou le développement de certains cancers, et dans une société voulant se rapprocher au maximum de l'utopique « risque zéro », passer outre la prise en considération de cette connaissance scientifique dans ses projets d'aménagement ? C'est partant de cette opportunité que la thématique du lien entre lumière et carcinogénèse monte à son tour en puissance dans l'argumentaire général des militants.

Une thématique jeune et difficile à cerner entrainant une relative prudence

Pour autant, la jeunesse des recherches (apparition dans la deuxième moitié des années 1990, essor durant les années 2000), ainsi que leur complexité les rendant difficiles d'accès au néophyte, imposent rapidement aux militants une certaine prudence dans l'utilisation de l'argument sanitaire. Si beaucoup de militants de la protection de l'environnement nocturne ont des affinités avec les protocoles expérimentaux et les concepts utilisés en science écologique, il n'en est pas de même avec la recherche médicale, plus hermétique dans ses termes, dans son langage, dans les connaissances spécifiques qu'elle appelle.

De plus, ces recherches portent encore, dans la quasi totalité des cas, sur les impacts sanitaires de niveaux d'éclairement élevés, de plusieurs centaines de lux (cas typiques des personnes travaillant sous poste fortement éclairé, en horaires décalés). L'incertitude demeure quant à la possibilité d'un passage de l'argumentaire développé à partir de niveaux d'éclairement intensifs vers des niveaux d'éclairement beaucoup plus faibles (de l'ordre de quelques lux). La recherche sur les impacts de ces niveaux d'éclairement en est à ses balbutiements, et même si quelques travaux commencent à explorer ce champ (citons Kloog *et al.*, 2008, in *Chronobiology International*, qui mettent en évidence une codistribution spatiale entre les cas de cancer du sein et les niveaux d'éclairement par l'éclairage public en Israël), les militants du nocturne savent qu'ils se doivent de rester prudent, sous peine d'être taxés de catastrophisme et de voir le discrédit jeté sur leur argumentaire : en soi – et les chercheurs en sciences médicales le savent – une codistribution, comme une corrélation, n'est en aucun cas la preuve d'une relation de cause à effet, d'une relation dose-effet. Les mécanismes en œuvre dans les diverses carcinogénèses appellent *des* causes, appellent le multifactoriel ; et même si les explications monofactorielles sont en vogue ces dernières années en recherche médicale, toute étude de relation dose-effet entre lumière et cancer est à manier avec précaution[484].

1.1.2.4 La nécessité d'indicateurs spécifiques aux nuisances et pollutions lumineuses

Un indice d'impact de la lumière artificielle sur la qualité du ciel nocturne ?

Une des raisons qui a engendré, jusqu'à aujourd'hui, l'absence de considération des impacts de la lumière dans les projets d'aménagements, est sans aucun doute le manque cruel d'indicateur spécifique à l'impact de l'éclairage sur la qualité du ciel nocturne ; indicateur qui se doit de faire consensus entre les scientifiques, les associations et les professionnels de l'éclairage. Nous avons exposé, en deuxième partie de ce travail, la modélisation développée par les étudiants de l'Institut d'Optique Graduate School de Palaiseau, et montré que, directement ou indirectement (passage par une modélisation via des densités de points lumineux), celle-ci pouvait servir à quantifier, à échelle fine, la dégradation de la qualité du ciel par le calcul de la luminance du « fond de ciel ». Cette valeur, donnée en candela par mètre carré, a l'avantage d'être reconnue par le Système

[484] Entretien informel avec LOUISOT P., directeur de l'Unité 189 de l'INSERM, « Physiopathologie subcellulaire et régulations métaboliques » de 1992 à 2002.

International d'unités et, également, d'être employée par le milieu de l'éclairagisme. D'autre part, la modélisation très poussée, proposée par Lozi[485], peut directement intégrer des « données constructeurs » en amont d'un projet d'éclairage, ou des mesures *in situ*, le tout afin de permettre la mise en place de réelles études d'impacts de l'éclairage sur la qualité du ciel observable à proximité d'un projet d'éclairage.

Ce type de modélisation et d'étude pourrait ainsi être rendu obligatoire dans les zones périphériques des parcs nationaux, dans les parcs naturels régionaux ou à proximité de « réserves de ciel étoilé » ou d'observatoires astronomiques. Il nous semble que les facteurs et les mécanismes menant à la dégradation de la qualité du ciel nocturne sont aujourd'hui suffisamment étudiés et donc connus par les physiciens (depuis les travaux précurseurs de Walker, dans les années 1970, jusqu'aux travaux actuels conduits par Cinzano) pour *devoir*, dorénavant, être pris systématiquement en considération par les professionnels de l'éclairage (intensité des sources lumineuses, type de sources lumineuses plus ou moins filtrables par les astronomes, défilement du luminaire, etc.).

Développer des indicateurs sanitaires, biologiques et écologiques

La nécessité d'indicateurs des impacts de la lumière artificielle sur le vivant n'est pas moins importante, mais il apparaît plus difficile de créer le consensus autour d'eux. Concernant l'idée d'indicateurs en matière de santé, tout d'abord, nous avons vu que la recherche médicale entoure de grandes – mais nécessaires – précautions toute extrapolation qui se baserait sur les études actuellement disponibles. Répétons le avec force, la recherche médicale rencontre bien plus souvent le multifactoriel que le monofactoriel, *a fortiori* lorsqu'il s'agit d'établir des relations causes-conséquences, doses-effets en matière de cancers. Les chercheurs manquent ici de recul et d'un nombre suffisant d'études pour pouvoir s'avancer à donner valeurs, seuils, « niveaux critiques » qui seraient nécessaires à la mise en place d'une véritable politique sanitaire. Dans l'attente d'une meilleure connaissance scientifique, c'est ici le principe de précaution qui doit s'imposer, ainsi que l'information quant aux rôles du sommeil, quant à la nécessité pour le corps humain de véritables temps de repos complet et, autant que faire se peut, dans un lieu rendu noir (le rôle du noir dans la sécrétion de la mélatonine est étudié depuis plusieurs décennies déjà, et aujourd'hui bien connu, cf. § 3.3.1 de la première partie).

Tout aussi difficile est la tâche concernant les impacts biologiques, et l'on ne saurait ici le réduire à un seul indicateur : la quantité de lumière ne suffit pas, à elle seule, à caractériser une source lumineuse du point de vue de ses impacts potentiels sur la faune ou la flore. Il est pour cela indispensable de prendre en compte la composition spectrale de la source, certaines espèces, animales comme végétales, répondant fortement à des stimuli émis dans

[485] LOZI J., 2007, « Étude quantitztive de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

des longueurs d'onde bien spécifiques[486] (les rayonnements ultraviolets sont d'ailleurs utilisés dans les « lampes à insectes ») ou par une lumière aux propriétés particulières.

Après avoir caractérisé les sources lumineuses, l'écologue doit s'attacher, notamment pour la faune, à caractériser les espèces impactées ainsi que les différents types d'impacts : espèces photophiles qui seront attirées par la source, espèces profitant de cette manne de nourriture autour de la source, rongeurs photophobes pour lesquels un alignement de luminaire viendra fractionner l'habitat, oiseaux qui viendront collisionner les immeubles de bureaux restés allumés la nuit dans les grandes villes, espèces qui verront leurs périodes d'activité, de reproduction ou de chasse modifiées[487].

Enfin, et pour nous rapprocher des notions écologiques (notamment d'écologie du paysage), les indicateurs doivent intégrer les différentes échelles d'impacts. Car si la source lumineuse elle-même attire ou repousse certaines espèces, fonctionnant alors comme un piège ou un obstacle à échelle fine, une rangée de luminaires implantée le long d'une voie de contournement périurbaine, ou le long de la « traversante » d'un bourg en zone rurale, sera un élément fort de rupture de la connectivité des habitats à échelle moyenne[488] ; enfin un halo lumineux fera dévier de leur route nombre d'oiseaux migrateurs[489], impactant fortement la continuité des grands biotopes à l'échelle nationale et supranationale.

On le comprend, il serait vain, pour le politique, de demander à l'écologue de synthétiser la diversité de sources lumineuses, de types et d'échelles d'effets en un seul indicateur. Le « cas par cas », en matière d'effets et d'impacts biologiques et écologiques, semble devoir être la règle et écarte, là encore, l'utopique volonté de remonter – partant d'effets multiples, liés entre eux par de nombreuses interactions écosystémiques – à une cause unique. De plus, si la détérioration d'un habitat naturel est une dégradation physique qui paraît relativement facile à mesurer (perte de superficie pour une tache d'habitat, dégradation des corridors, mise en place de clôtures, etc.), il n'en est pas de même pour la perturbation, qui doit relever d'autres indicateurs. La perturbation n'est ainsi pas seulement liée à un changement, même significatif, des conditions physiques de l'habitat : la lumière artificielle introduite dans un espace le détériore, et les mesures citées ci-dessus informeront l'écologue quant au type de rayonnement émis, son intensité, etc. Mais des

---

[486] WILTSCHKO W., WILTSCHKO R. et MUNRO R., 2000, « Light-dependent magnetoreception in birds : the effect of intensity of 565-nm green light », *Naturwissenschaften* n° 87, p. 366- 369.
WILTSCHKO W., MUNRO U., FORD H. et WILTSCHKO R., 2003, « Magnetic orientation in birds: non-compass responses under monochromatic light of increased intensity », *Proceedings of the Royal Society of London*, n° 270, p. 2133-2140.

[487] THERY M., CNRS/MNHN, « L'éclairage artificiel trouble les rythmes biologiques », *Espace des sciences, Sciences Ouest*, article en ligne, consulté pour la dernière fois le 17 août 2010. URL : http://www.espace-sciences.org
LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.
BEIER P., 2006, « Effects of artificial night lighting on terrestrial mammals », *Ecological consequences of artificial night lighting* (RICH C. et LONGCORE T., sous la dir. de.), Washington D.C., Island Press, p. 19-42.

[488] SIBLET J.-P., 2008, *Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Synthèse bibliographique*. Rapport MNHN-SPN/MEEDDAT, n° 8.

[489] RITZ T., ADEM S. et SCHULTEN K., 2000, « A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds », *Biophysical Journal*, n° 78, p. 707-718.

indicateurs doivent également permettre de quantifier la perturbation, le dérangement occasionné par l'intrusion de lumière artificielle dans cet espace sur d'autres espaces contigus ou connexes par l'intermédiaire d'un déplacement de certaines populations, et donc la modification d'équilibres inter et intraspécifiques.

Une des causes de la difficulté d'étudier non pas seulement les effets mais bien les impacts de la lumière artificielle sur les écosystèmes réside dans cette transition d'échelle spatiale et temporelle entre les deux notions d'effet et d'impact : les impacts se produisent – et doivent donc être mesurés – dans un temps et un espace dilaté par rapport aux effets. Ce changement d'échelle permet certainement l'introduction de nombreux effets systémiques qui rendent impossible toute extrapolation simpliste des impacts à partir des effets observés. Mais les notions de dérangement, de perturbation écologique sont encore jeunes dans le paysage de la science écopaysagère (Le Corre recense, entre 1976 et 2005, 272 références répondant à cette thématique[490]) et, malgré l'intérêt grandissant des scientifiques pour les études d'interactions homme-écosystème, la compréhension et la quantification précise de leurs conséquences, notamment sur le long terme, n'est pas chose aisée et doit représenter une voie privilégiée de la recherche écologique actuelle.

[490] LE CORRE N., 2008, « Le dérangement de l'avifaune : Etat des lieux d'une poblématique devenue incontournable sur les espaces naturels protégégs de Bretagne », *Le littoral : subir, dire, agir*. Actes du colloque.

> « Tout État est évidemment une association ; et toute association ne se forme qu'en vue de quelque bien, puisque les hommes, quels qu'ils soient, ne font jamais rien qu'en vue de ce qui leur paraît être bon. Évidemment toutes les associations visent à un bien d'une certaine espèce, et le plus important de tous les biens doit être l'objet de la plus importante des associations, de celle qui renferme toutes les autres ; et celle-là, on la nomme précisément l'État et association politique. »
>
> *Politique*, Aristote

1.2 La mobilisation collective des nouveaux acteurs

1.2.1 Historique et organisation de l'ANPCN

1.2.1.1 L'émanation du milieu de l'astronomie professionnelle et amateur

Le « Congrès de Rodez », en 1995, ou la structuration des astronomes amateurs

Les associations d'astronomes, regroupant amateurs et professionnels, telles que l'Association Française d'Astronomie (AFA), la Société Astronomique de France (SAF), la Société d'Astronomie Populaire (SAP) sont, avec le Centre de Protection du Ciel Nocturne (CPCN, créé en 1993 à la suite d'un projet de mesure par l'observation de la qualité du ciel au niveau national), à l'origine du Congrès de Rodez, en 1995.

La tenue de ce congrès les 7 et 8 octobre 1995 à Rodez (Aveyron), découle du constat – par les amateurs et les clubs d'astronomie – de la difficulté grandissante de trouver de bons sites d'observation, ainsi que de la succession d'avancées marquantes dans la reconnaissance de la pollution lumineuse comme problème à part entière, mentionnées ci-dessus. Début 1992, les principales associations d'astronomie amateur françaises signent une « Charte pour la préservation de l'environnement nocturne » (encart 8), soutenue par la Fondation Cousteau.

Les buts du Congrès de Rodez étaient tout d'abord de dresser un état des lieux (source : actes du « Premier Congrès National sur la Protection de l'Environnement Nocturne », intervention de Michel Bonavitacola, alors président du CPCN) :

> « Évaluer, répertorier, analyser les causes de la dégradation du ciel nocturne en France ; analyser les progrès scientifiques et les perfectionnements techniques propres à réduire ce type de nuisances (*sic*) ; inventorier les juridictions actuelles concernant les foyers lumineux et leurs

mises en œuvre (droit français, européen, international, conventions…) et identifier les organismes et institutions avec lesquels il faudra dialoguer. »

En termes d'actions, les buts étaient – déjà en 1995 – d'enclencher des propositions visant à réduire la pollution lumineuse, d'initier une sauvegarde des zones géographiques encore relativement épargnées par « ce type de nuisance ». Pour cela, la démarche mise en avant était bien celle de la concertation :

« Initier un dialogue constructif et réaliste entre les pouvoirs publics, collectivités locales, professionnels de l'éclairage d'une part et d'autre part les utilisateurs et adeptes des paysages nocturnes. » (Actes du « Premier Congrès National sur la Protection de l'Environnement Nocturne », intervention de Michel Bonavitacola, alors président du CPCN).

Plusieurs intervenants institutionnels étaient d'ailleurs présents à Rodez, tels que l'AFE, l'ADEME ou encore EDF. Il est à noter que l'intervention de monsieur Lemaigre pour la présentation de l'AFE à ce congrès souligne une volonté – relativement perdue, depuis – de rapprochement avec les associations d'astronomes, ainsi qu'une virulence – non rencontrée à nouveau – à l'égard de certains professionnels :

« Les membres de cet éminent congrès peuvent très bien s'impliquer dans nos travaux. Leur message sera parfaitement compris et, j'en suis persuadé, source de recommandations clairement identifiées auprès des professionnels de l'éclairage.
Je dois toutefois vous mettre en garde contre les dérives potentielles de groupes privés animés par des considérations purement mercantiles : association de concepteurs de lumières, architectes, décorateurs, designers, qui sous prétexte d'esthétique font fi des considérations de base. Ils font, cela dit de la manière la plus claire, du n'importe quoi ! »

Encart 8 « Charte pour la préservation de l'environnement nocturne »

Charte signée en 1993 par les principales associations d'astronomie amateur en France.

ATTENDU que l'alternance du jour et de la nuit règle depuis un milliard d'années la vie animale et végétale sur la planète Terre,
CONSIDÉRANT que le ciel nocturne est un élément naturel et inaliénable de l'environnement de l'homme sur sa planète,
CONSTATANT que l'éclairage public et privé est indispensable à la vie sociale dans les domaines du confort et de la sécurité, mais que la prolifération d'un éclairage urbain et routier mal conçu constitue une menace pour l'équilibre naturel de la Vie et pour l'existence d'un ciel nocturne étoilé, les dispositions suivantes seront appliquées pour tout éclairage public ou privé :

Article 1 :
De façon générale, l'éclairage public ou privé doit être limité en intensité et en durée aux stricts besoins de la population et aux impératifs réels de sécurité.
Article 2 :
Tous les appareils d'éclairage extérieur doivent utiliser des capuchons réflecteurs efficaces, de manière à éclairer uniquement ce qui doit être vu ; en aucun cas la lumière ne sera dirigée vers le ciel où elle constitue une pollution pour la végétation, la faune nocturne, l'astronomie, l'aviation.
Article 3 :

Pour éviter tout gaspillage d'énergie, on utilisera en priorité absolue les lampes ayant le meilleur rendement énergétique : type sodium à basse pression ou tout autre système qui pourrait être développé à l'avenir.
Article 4 :
Les éclairages de monuments, d'enseignes publicitaires, de tous autres édifices ou lieux, doivent être éteints au plus tard à 23 heures sur tout le territoire français, sauf dérogations exceptionnelles accordées pour des raisons de sécurité.
Article 5 :
Pour satisfaire aux exigences ci-dessus, des réglementations strictes doivent être arrêtées et appliquées et des campagnes publiques d'information organisées tant auprès des particuliers que des collectivités locales.
Ce texte a été soutenu par :
Commandant Jacques-Yves COUSTEAU de l'Académie Française,
Albert JACQUARD, Biologiste,
Jean KOVALESKY de l'Académie des Sciences,
Antoine LABEYRIE, Astronome,
Jean-Claude PECKER, Astronome,
Hubert REEVES, Astrophysicien,
Evry SCHATZMAN de l'Académie des Sciences.

Vers une « Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne »

L'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN) apparaît en 1998, dans le prolongement du contexte d'émulation, au niveau des différentes associations d'astronomie locales ou nationales, créé par le congrès de Rodez. Pour autant, l'ANPCN n'est pas créée à partir du vide : certaines initiatives préexistaient (comme le CPCN depuis 1993 en Midi Pyrénées), et un Comité National de Protection du Ciel Nocturne (CNPCN) avait vu le jour en 1994 au sein de la Société Astronomique de France.

Le CNPCN se présentait alors comme un « organe inter-associatif regroupant toutes les associations voulant en faire partie, pour l'accomplissement des objectifs du premier congrès de Rodez 1995. […] Une des tâches les plus importantes du CNPCN est de faire évoluer le domaine du droit national et international, quasiment inexistant à nos jours en la matière. ». Le Comité Inter Associatif a été formé par la Société Astronomique de France, l'Association Française d'Astronomie, l'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse ainsi que la Société Astronomique de Bourgogne, et s'est fédéré autour de la charte « *Sauvons la nuit !* », version actualisée de la « *Charte pour la préservation de l'environnement nocturne* » (encart 8) à laquelle le préambule suivant a été ajouté :

> « [*Les signataires*] Constatent que depuis un milliard d'années, la vie sur Terre était réglée par l'alternance du jour et de la nuit. En quelques dizaines d'années, cet équilibre naturel a été rompu par la prolifération anarchique d'un éclairage urbain trop agressif et mal réparti.
> Il est donc urgent d'arrêter les nuisances qui en résultent, en particulier :
>
> 1. La disparition du ciel étoilé, élément essentiel de l'environnement terrestre

2. La perturbation de la vie naturelle nocturne (respiration des végétaux, déplacement, migration et nourriture des animaux nocturnes)

3. Le gaspillage inutile d'énergie.

À cet effet, ils ont rédigé une "Charte pour la préservation de l'Environnement Nocturne" jointe à ce document [*encart 8, ndla*] et ils s'engagent à agir pour la faire accepter et appliquer sur l'ensemble du territoire français.

Remarques :

1. Cette Charte s'inscrit sur un point précis dans l'objectif global énoncé par la pétition pour les droits des générations futures de la Fondation Cousteau ;

2. Les solutions préconisées dans cette Charte sont génératrices d'économies d'énergie. »

L'image 76 montre l'organigramme du CNPCN tel qu'il se présentait en 1995 à la suite du congrès de Rodez ; le caractère inter-associatif est prégnant, et l'organigramme laisse transparaître les modes d'actions et les acteurs clés qui seront visés par ces actions.

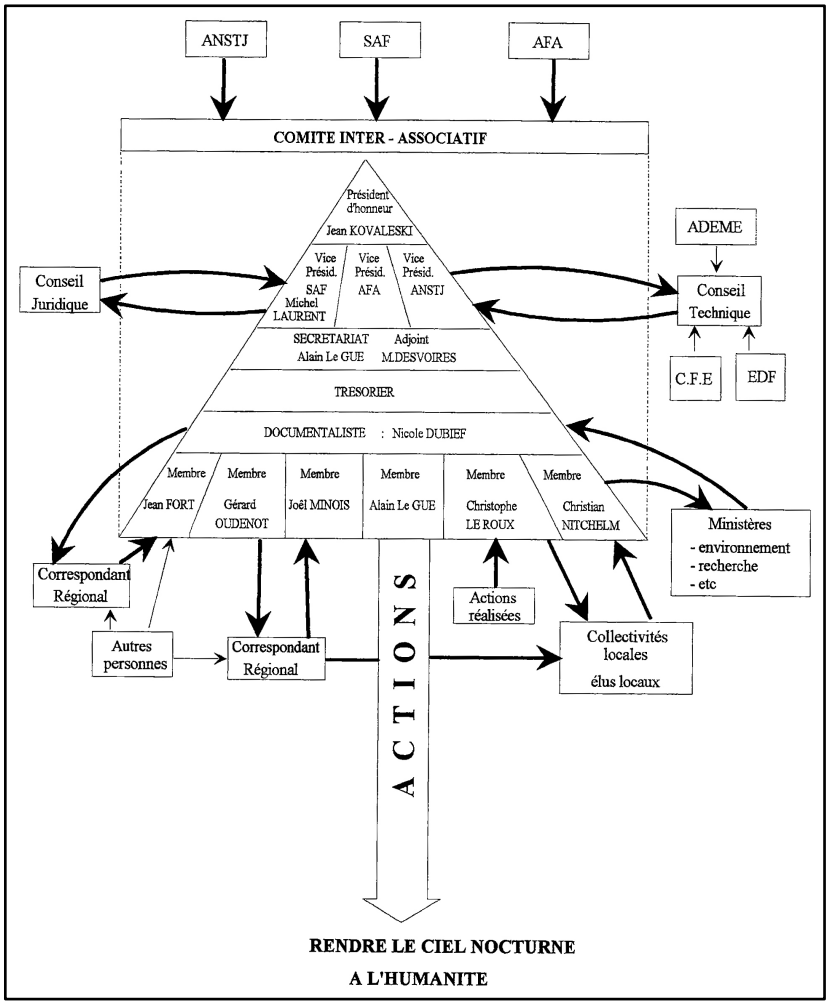


Image 76 Organigramme du Comité National de Protection du Ciel Nocturne (qui deviendra, en 1998, l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne) tel qu'il se présentait à la suite du congrès de Rodez de 1995. Extrait du rapport du congrès, publié en 1996.

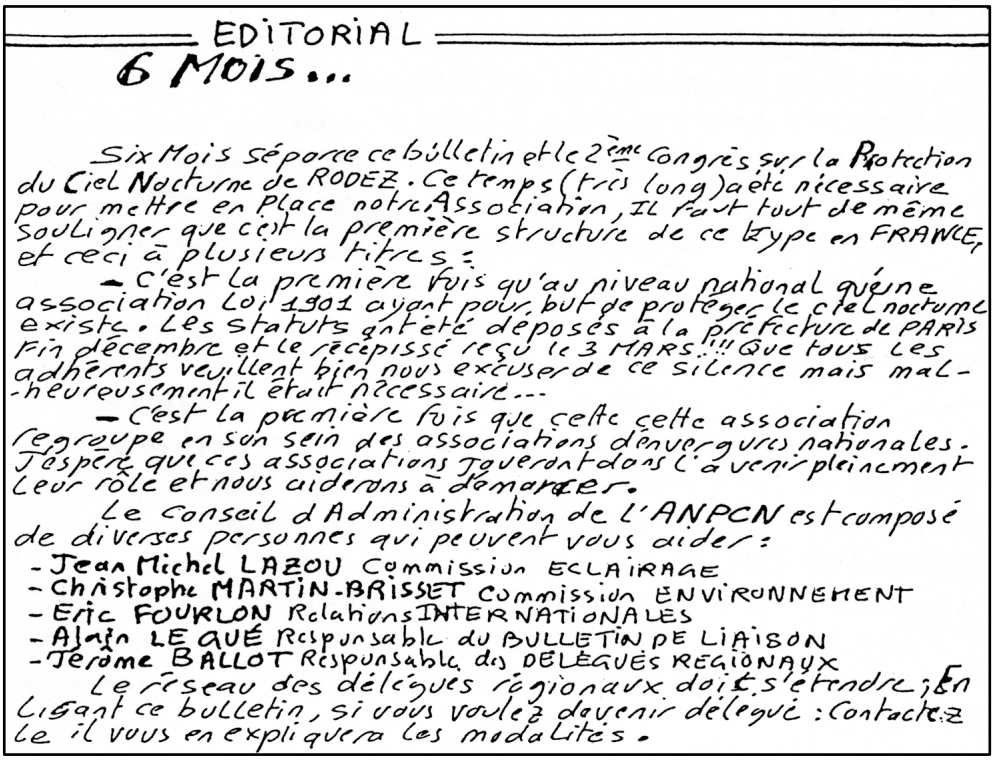
En 1998 se tient le second congrès de Rodez, à la suite duquel le CNPCN devient une association type « loi 1901 », l'ANPCN, dont les buts statutaires sont alors « de restaurer et de défendre la qualité du ciel nocturne et de sensibiliser les acteurs concernés pour que soient adoptées les mesures appropriées, au plan national et international ».

Le nombre d'adhérents à l'association ne va cesser de croitre durant les années 2000, passant de moins de 100 en 2001 à près de 600 en 2008, provenant essentiellement du milieu de l'astronomie amateur, avec des adhésions de particuliers mais aussi de clubs dans leur ensemble.

1.2.1.2 Une association à la recherche d'ancrage par des réseaux

Un réseau de « correspondants locaux »

Dès sa première année d'existence, l'ANPCN s'est structurée autour d'un réseau de correspondants locaux, véritable colonne vertébrale de l'association, expliquant une forte volonté de « recrutement » (image 77).



EDITORIAL

6 MOIS...

Six Mois séparent ce bulletin et le 2ème Congrès sur la Protection du Ciel Nocturne de RODEZ. Ce temps (très long) a été nécessaire pour mettre en place notre Association, Il faut tout de même souligner que c'est la première structure de ce type en FRANCE, et ceci à plusieurs titres :

- C'est la première fois qu'au niveau national qu'une association Loi 1901 ayant pour but de protéger le ciel nocturne existe. Les statuts ont été déposés à la préfecture de PARIS fin décembre et le récépissé reçu le 3 MARS !!! Que tous les adhérents veuillent bien nous excuser de ce silence mais malheureusement il était nécessaire ...
- C'est la première fois que cette association regroupe en son sein des associations d'envergures nationales. J'espère que ces associations joueront dans l'avenir pleinement leur rôle et nous aiderons à démarrer.

Le Conseil d'Administration de l'ANPCN est composé de diverses personnes qui peuvent vous aider :

- Jean Michel LAZOU Commission ECLAIRAGE
- Christophe MARTIN-BRISSET Commission ENVIRONNEMENT
- Eric FOURLON Relations INTERNATIONALES
- Alain LEQUÉ Responsable du BULLETIN DE LIAISON
- Jérôme BALLOT Responsable des DÉLÉGUÉS REGIONAUX

Le réseau des délégués régionaux doit s'étendre ; En lisant ce bulletin, si vous voulez devenir délégué : Contactez le il vous en expliquera les modalités.

Image 77 Lettre d'information de l'NPCN.
Éditorial du premier numéro de la lettre d'information de l'Association National de Protection du Ciel Nocturne. Premier trimestre 1999. Archives personnelles.

Encart 9 La « Charte du correspondant » de l'ANPCN.

Extraits de la « Charte du correspondant » mise en place au sein de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN dans le texte). Bulletin de l'ANPCN, numéro 29, janvier, février, mars 2007.

« Le correspondant est obligatoirement membre de l'association ANPCN. Chaque correspondant représente l'association ANPCN et défend son image et ses valeurs auprès du public, des élus, des politiques, des personnalités, des commerçants, chefs d'entreprises, associations, syndicats, etc. dans son département ou sa région. À l'aide d'outils mis à sa disposition, il communique auprès du public la politique de l'association menée par le Conseil d'Administration et sous le contrôle de celui-ci.

Objectifs souhaités pour le correspondant :

Recherche de nouveaux adhérents.

Faire connaître l'association lors de rencontres, manifestations, foires…

Effectuer des mesures de pollution lumineuse (halos, lampadaires) et relever les bons et mauvais éclairages.

Informer au maximum les élus et les personnalités politiques sur les conséquences (environnementales et économiques) de la pollution lumineuse ainsi que sur les remèdes possibles à appliquer afin de la réduire.

Rencontrer les professionnels, syndicats, associations d'électrification, éclairagistes, etc., concernés par l'éclairage public ou privé pour leur transmettre les spécifications d'un éclairage moins polluant et moins gênant.

Éduquer tous les publics et notamment les plus jeunes sur les risques de la pollution lumineuse et sur les solutions possibles à adopter.

Prendre contact, aider et se faire aider par les membres de l'association appartenant au même département que celui du correspondant.

Faire part à l'association des moyens qui lui manquent et dont il a besoin pour remplir sa mission.

Faire un compte-rendu régulier de ses activités publiables dans notre bulletin d'information (SOS).

Mission de l'association envers le correspondant :

Fournir au mieux tous les moyens nécessaires aux correspondants pour effectuer leur mission (liste de communication / carte de visite / plaquette A3 / posters…)

Répondre aux demandes de moyens ou d'informations issues des correspondants.

Rassembler régulièrement les correspondants au sein de réunions régionales et nationales, de groupes de travail, etc.

Collecter, structurer et archiver les communications faites par les correspondants.

Mettre à disposition des correspondants toutes les informations concernant : les actions entreprises par l'association et par les autres correspondants, la vie de l'association, les actions des organismes ou autres structures concernés par la pollution lumineuse.

La liste des correspondants s'étoffe ainsi peu à peu (les cartographies de la figure 70 montrent l'évolution de cet ancrage à l'échelle départementale). Ils sont au nombre de huit en janvier 2002, couvrant l'Ardèche, la Côte d'or, la Haute Garonne, le Loir et Cher, le Maine et Loire, les Pyrénées Atlantique ainsi que les régions Centre et Ile de France. En avril 2004, 23 correspondants couvrent 28 départements, essentiellement sur l'Ouest de la France. En juillet 2004, ils sont 32 et couvrent 38 départements. S'ensuit une stabilisation et, en avril 2006, 35 correspondants représentent l'ANPCN dans 39 départements. Fin 2007, l'association compte 48 correspondants pour 46 départements. Enfin, en 2010, 60 départements sont couverts par 80 correspondants.

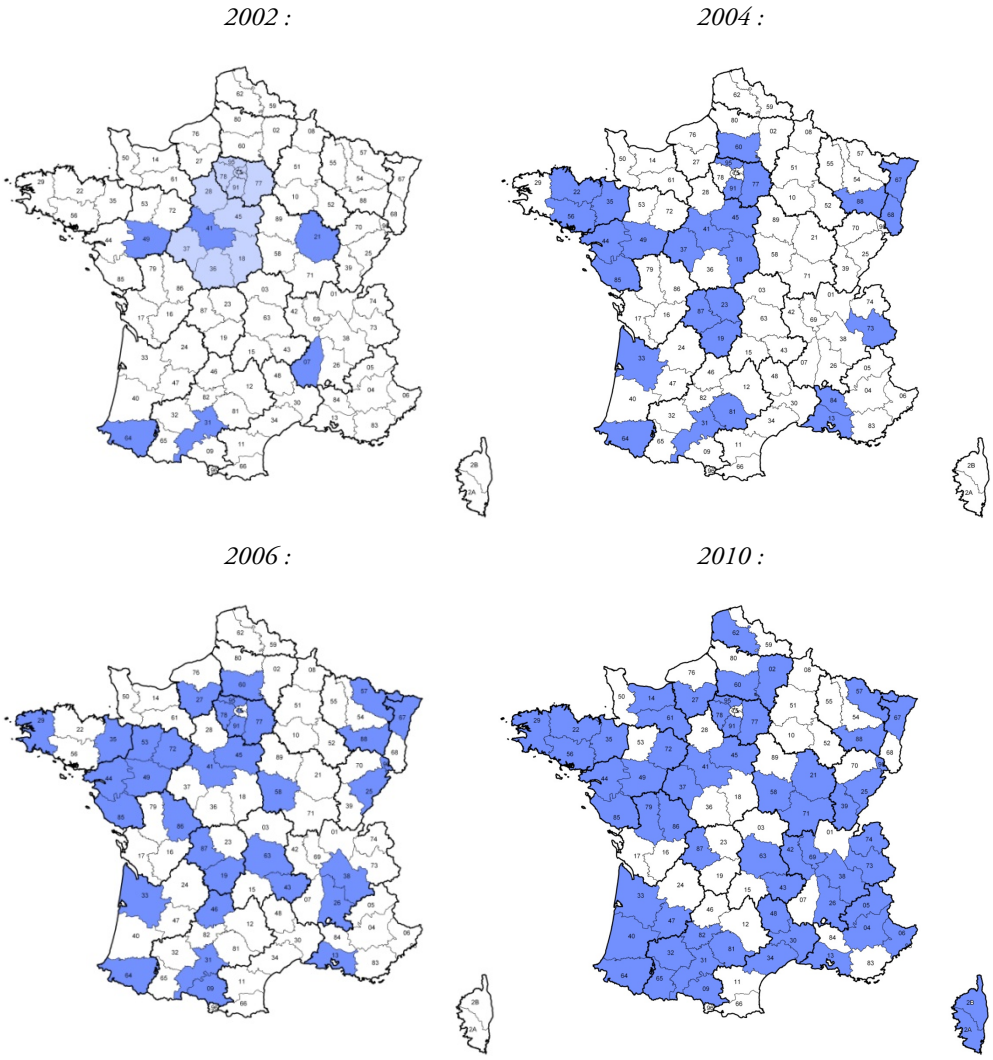


Figure 70 Couverture des départements par les correspondants de l'ANPCN, 2002-2010. Départements couverts par les correspondants de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne, en janvier 2002 (carte en haut à gauche, couverture régionale en bleu clair), avril 2004 (carte en haut à droite), avril 2006 (carte en bas à gauche) et juin 2010 (carte en bas à droite). Cartographies de l'auteur d'après source ANPCN/ANPCEN.

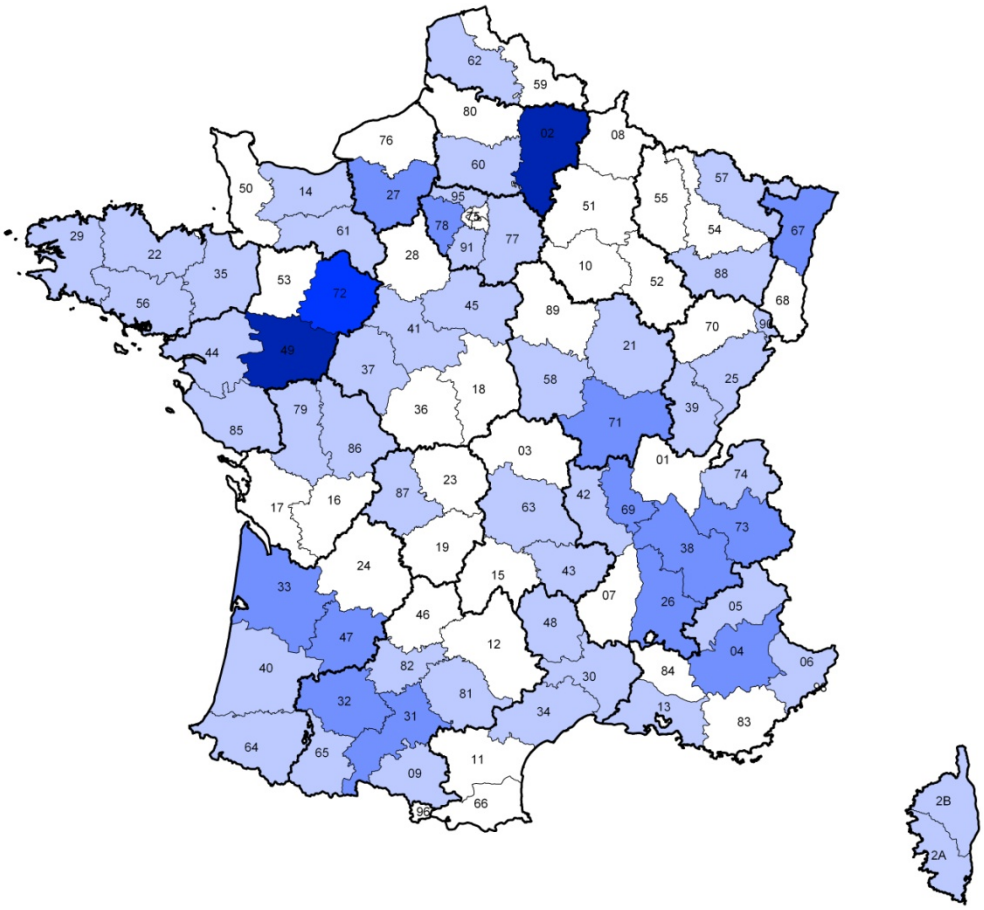


Figure 71 Nombre de correspondants de l'ANPCN en départements.
Départements couverts par un à quatre correspondants (du bleu clair au bleu foncé) de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne (ancienne ANPCN), en juin 2010. Cartographie de l'auteur d'après données ANPCEN.

Pour peu, la cartographie des correspondants en juin 2010 (figure 71) laisserait entrevoir « la diagonale du vide ». Signe d'une moindre mobilisation contre la pollution lumineuse dans ces départements ? Et par là même, traduction de la qualité globale du ciel dans ces zones aux densités de population plus faibles ? En théorie, il ne serait pas étonnant que l'on se mobilise moins pour « sauver la nuit » là où elle est le moins « en danger ». Néanmoins, il paraît plus probable que les astronomes amateurs – cette ressource « historiquement mobilisable » par l'ANPCEN, dont font partie l'essentiel des correspondants locaux –, parce qu'ils ne sont « que » amateur justement, se répartissent sur le territoire selon des facteurs plus communs que la seule qualité du ciel nocturne (bassins d'emplois, notamment).

La recherche permanente de liens avec d'autres associations

Comme toute association à caractère revendicatif, ayant intérêt à diffuser son argumentaire auprès du plus grand nombre, l'ANPCN porte une attention toute particulière aux autres associations environnementales ou scientifiques pouvant relayer ses idées auprès de leurs propres adhérents. Dès le congrès de Rodez de 1995, et en pleine période d'élargissement

sur l'environnement de leur discours, les initiateurs de l'ANPCN en appelaient à de meilleurs échanges inter-associatifs.

L'ANPCN entretient ainsi des liens relativement forts avec la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO), des associations locales d'entomologistes, d'observateurs de chauve-souris, ou bien encore avec la ligue ROC (ligue « pour la préservation de la faune sauvage et la défense des non chasseurs »). Cette dernière joue un rôle particulièrement intéressant, étant présidée par le très médiatique astrophysicien Hubert Reeves, personnage convaincu de la nécessaire protection du nocturne et acteur clé de la médiatisation nationale de la problématique. Ainsi, le soutien régulièrement renouvelé d'Hubert Reeves dans la lutte contre la pollution lumineuse est d'une grande importance pour l'ANPCN en termes d'image vers l'extérieur de l'association, mais aussi en termes de capacités à galvaniser ses adhérents :

> « J'ai pu avoir un entretien particulier concernant l'ANPCN. [Hubert Reeves] m'a assuré de son soutien total et m'a confirmé son parrainage de l'association. […] Je l'ai informé des différentes actions en cours dont le faisceau lumineux de la maison de la Marseillaise ainsi que la proposition de loi Kosciusko-Morizet. Il m'a recommandé de prendre contact avec la vice-présidente de la ligue ROC, Mme Nelly Boutinot, pour l'informer de nos actions en cours et si nécessaire obtenir l'appui de la ligue dont il est président. […] j'ai maintenant des échanges réguliers avec Nelly Boutinot dont la compétence et les relations pourront nous être d'un précieux secours. » (Paul Blu, président de l'ANPCN, dans l'éditorial du bulletin de l'ANPCN numéro 27, juillet, août, septembre 2006).

Notons à ce propos que, dès décembre 2000, la figure d'Hubert Reeves était évoquée comme figure « emblématique » pour porter l'association et plus spécifiquement pour oser « s'opposer » aux élus :

> « Autrement dernière remarque à propos de trouver quelqu'un d'emblématique pour défendre notre liste (type Hubert Reeves), pourquoi pas. Je vais essayer de sonder mes collègues médiatisés... Ça ne peut pas faire de mal, on verra si ils osent s'opposer à Tiberi par exemple. Ceci étant il ne faut pas trop rêver ils seront avec nous si ils peuvent en profiter, au mieux ils nous regarderont d'un bon œil, mais de là à aller au charbon tout au long de l'année, c'est une autre histoire. » (*sic*, message électronique sur la liste de diffusion Internet de l'ANPCN « Ciel Noir », daté du 11 décembre 2000).

1.2.2 Une mutation pleine de sens : de l'ANPCN à l'ANPCEN

1.2.2.1 Une « Protection du Ciel Nocturne » perçue comme trop corporatiste

Des décideurs maltraités par « la défense des intérêts de quelques astronomes »

L'Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne se trouve très vite confrontée à l'image d'elle-même renvoyée par ses détracteurs : l'image d'une corporation quasi exclusivement composée d'astronomes défendant *leur* ciel noir. Et ce n'est pas sans raison que, dès les débuts de son existence, les critiques envers elles ont porté sur cet aspect « fermé » ; nous l'avons vu, l'argumentaire a été, durant plusieurs années, exclusivement

centré sur « la sauvegarde du ciel nocturne », les étoiles qui disparaissent, le ciel noir dont les astronomes ont été « spoliés », etc. Les courriers envoyés aux municipalités avec cet argument, doublé d'un ton souvent accusateur envers des décideurs et techniciens « qui n'y comprennent rien à rien », ont rapidement agacé et braqué les élus.

Dans le courant de l'année 2000, un conflit tout à fait révélateur éclate entre les astronomes amateurs de la région Bourgogne – et plus spécialement un astronome ayant son observatoire à proximité de la ville du Creusot (71) et participant à des travaux de recherches d'astéroïdes – et la Communauté Urbaine du Creusot-Montceau (CUCM) à propos de la mise en lumière d'un vestige du patrimoine industriel du Creusot, la cheminée des forges Schneider, haute de 65 mètres. Cette mise en lumière est réalisée à l'aide de huit projecteurs de 2000 Watts chacun, éclairant pour partie la cheminée, mais ratant pour beaucoup le monument, entrainant ainsi chaque soir l'apparition dans le ciel d'une colonne lumineuse visible depuis les départements voisins.

Sans rentrer dans le déroulement du processus conflictuel né de cette mise en lumière – nous nous penchons sur ces processus dans la suite de cette partie – il est intéressant de noter la mobilisation de tous les clubs d'astronomie de la région Bourgogne pour éradiquer un éclairage les touchant directement, et plus encore la quasi exclusivité, dans leurs courriers adressés au maire du Creusot, de l'argumentaire de l'observation astronomique.

Cette image d'une *protection* centrée sur le ciel noir remonte donc à l'ANPCN et, peu à peu, la nécessité de faire évoluer le fond du discours apparaît. Cette évolution aura lieu dès le début des années 2000, avec l'ouverture très forte sur la thématique environnementale, sur les économies d'énergies possibles et sur les hypothèses médicales du rôle de l'alternance naturelle du jour et de la nuit ; mais les traces de cette image originelle restent encore très marquées.

Des séquelles encore visibles chez tous les acteurs

Les années 1990 et le début des années 2000 sont marquées par une série de conflits entres les astronomes amateurs et les élus, syndicats d'énergies, services techniques des villes. Le ton utilisé par les astronomes dans leurs courriers où dans la presse locale pour dénoncer la nuisance générée par l'éclairage artificiel vis-à-vis de leurs activités était alors souvent virulent et, parfois, accompagné d'arguments paraissant totalement démesurés aux yeux des élus. Ces échanges naissaient de l'incompréhension par les astronomes des actions menées par les pouvoirs publics et acteurs locaux en matière d'éclairage, aboutissant bien souvent à la dénonciation de la légitimité de ces derniers. Ainsi certains maires, décideurs locaux et concepteurs lumière avouent avoir eu une certaine crainte, une certaine appréhension vis-à-vis des associations de défense du nocturne à leur arrivée.

L'ANPCN s'est vue en effet, dès sa naissance, reprocher d'être une simple émanation du mouvement associatif astronomique. L'argumentaire de l'association avait pourtant bien pris le chemin de la globalité environnementale, mais les professionnels de l'éclairage, ainsi que de nombreux élus, étaient alors hostiles à toute discussion sur la pollution lumineuse,

estimant avoir été stigmatisé, voire « malmenés » par les astronomes durant plusieurs années. Ressentant bien cette hostilité, l'ANPCN décide, au milieu des années 2000, d'accentuer son ouverture vers une défense de l'environnement nocturne dans sa globalité.

1.2.2.2 La nécessaire intégration de l'Environnement à la veille du Grenelle

Les tentatives d'élargissement de l'argumentaire de l'ANPCN au début des années 2000 ne lui suffisent donc pas à se faire entendre sur les impacts négatifs de l'éclairage artificiel autres que la dégradation de la qualité du ciel nocturne. Aussi, dans le courant de l'année 2006, l'ANPCN entreprend un changement d'image important, via un changement de nom, visant à faire entrer explicitement l'environnement nocturne en général dans son champ d'action. Très vite, cette évolution apparaîtra également comme un droit d'accès aux négociations du Grenelle de l'Environnement qui sera lancé en 2007 par le gouvernement.

Paul Blu, président de l'ANPCN, dans l'éditorial du bulletin *SOS* (Save Our Sky – Sauver Notre Ciel) d'avril, mai et juin 2006 – éditorial titré *Évolution de l'association* – écrit ainsi :

> « Notre insistance à mettre en évidence la pollution lumineuse comme cause directe d'un gaspillage d'énergie (aux dépens du contribuable), et portant gravement atteinte aux écosystèmes nocturnes par le manque croissant d'alternance jour/nuit, n'est pas suffisante. Si le grand public l'admet sans difficulté, nos détracteurs habituels n'hésitent pas à nous coller l'image d'un groupe particulier, les astronomes, se battant pour préserver leur loisir.
> En lisant la brochure « les nuisances dues à la lumière » diffusée par l'AFE (Association Française de l'Éclairage), on apprend que les halos lumineux seraient dus à la pollution atmosphérique sur laquelle se reflèterait la lumière des villes !!! La pollution lumineuse deviendrait-elle une invention des astronomes amateurs pour défendre leur pré carré ?
>
> En annonçant directement « la protection du ciel nocturne » le nom de l'association nous expose à ce type de critique. Malgré notre argumentation et les exemples cités des conséquences sur l'environnement, l'image de défenseurs d'un loisir reste préjudiciable à notre crédibilité. Cette image est d'ailleurs retenue par le ministère de l'environnement dans les réponses aux questions écrites de députés convaincus par nos arguments.
>
> On a pu lire à plusieurs reprises : « la qualité de l'observation du ciel nocturne est dégradée. Ce phénomène doit cependant être modéré par le fait que seules les activités à caractère amateur ou associatif sont menacées. En effet les observations à caractère scientifique ou professionnel sont depuis longtemps localisées en quelques très rares points de la planète où l'on sait que la qualité de l'atmosphère lumineuse est excellente ».
>
> On voit clairement que les astronomes amateurs ne présentent aucun intérêt pour ce ministère. Pourtant un autre ministère, celui de la recherche, s'est intéressé à l'attrait du public pour l'astronomie. Il a fait réaliser une enquête par l'AFA (Association Française d'Astronomie) dont les résultats indiquent que 2 750 000 personnes ont visité des planétariums ou des observatoires en une année.
>
> Malgré la qualité et l'importance du dossier remis par l'association au ministère de l'environnement, relevant les conséquences de la pollution lumineuse sur l'environnement

nocturne, aucune référence à l'ANPCN n'a été faite dans ces courriers. L'image reste exclusivement celle d'un groupe d'astronomes amateurs voulant préserver la pratique de leur loisir. Nous devons cesser de prêter le flanc au rejet de nos arguments provoqué par un nom qui met d'abord en évidence la protection du ciel nocturne.

Pour y parvenir nous devons modifier le nom de l'association et lui donner une connotation environnementale. Je vais proposer à la prochaine assemblée générale d'en décider en modifiant le nom dans ce sens. Ce pourrait être AFPEN (Association Française pour la Protection de l'Environnement Nocturne) ou ANPCEN (Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne). Un débat sur le sujet avait déjà eu lieu en 2004 ; il paraît urgent de le relancer. »

Un changement d'image complet

Début 2007, une consultation des adhérents est lancée, sous le nom « quel nouveau nom pour l'ANPCN ? » :

« Il faut bien comprendre que ce changement de nom n'est pas futile, mais en fonction de l'orientation prise, il définira les grands axes stratégiques pour les prochaines années. C'est pour cela que l'AG a décidé de laisser toutes les portes ouvertes en ne faisant aucune proposition aux adhérents. Elles seront toutes étudiées, il est néanmoins vrai que l'attention du CA sera concentrée sur les mieux argumentées ou les plus récurrentes. Par ailleurs l'AG a aussi voté pour effectuer une enquête afin de mieux cerner les attentes des adhérents. » (Florent Bailleul, correspondant ANPCN, in bulletin de l'ANPCN *SOS* numéro 29, janvier, février, mars 2007).

Une grande partie des adhérents ayant participé au sondage ne voulant pas perdre la référence au ciel nocturne (image 78), le nouveau nom choisi pour l'association par l'Assemblée Générale de novembre 2007 est l'ANPCEN, pour Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes.

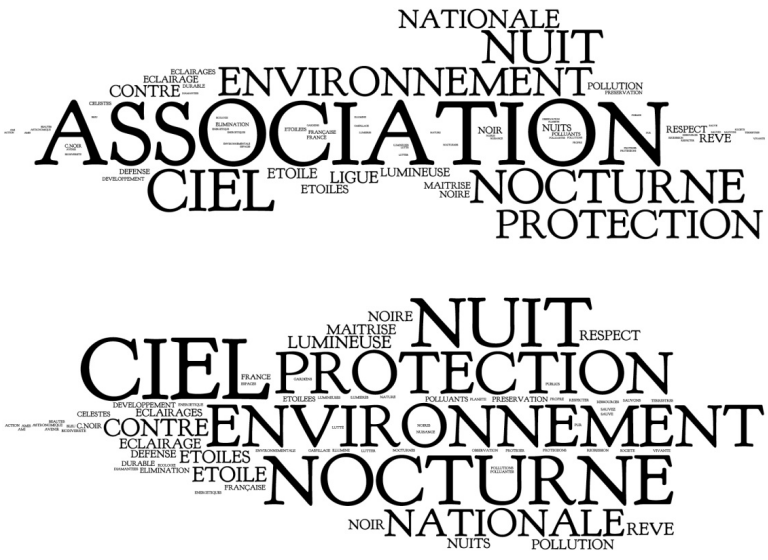


Image 78 Nuages de mots par occurrences.
Nuages générés à partir de l'application Web Wordle®.

Le premier nuage avec les mots « ligue » et « association» montre un attachement à cette dernière forme de regroupement. Cela traduit tout d'abord un appui sur l'existant, mais aussi le fait que le mot « ligue » a un aspect plus revendicatif, doublé d'une connotation plus virulente, voire violente. Le second nuage, sans les termes « association » et « ligue », fait fi du mode de regroupement et laisse apparaître plus clairement les thèmes importants qui, aux yeux des adhérents, doivent être mis en avant : le ciel est encore largement prédominant, suivi par le nocturne, la nuit, l'environnement, la protection.

A la suite de ce changement de nom, l'ANPCEN continue ce que les anglo-saxons qualifieraient de « *green washing* » avec, en novembre 2008, l'adoption par l'Assemblée Générale de l'association d'un nouveau logotype – une « nouvelle identité visuelle », dans la langue des communicants – axé autour de quelques « valeurs fondatrices » : « l'engagement, la veille attentive, la protection, le rassemblement dans un cadre évoquant le danger de notre situation (les dangers menaçant notre environnement nocturne) et la capacité à apporter des solutions. » (bulletin *SOS* numéro 37, printemps 2008. Image 79).



Image 79 Présentation du nouveau logotype de l'ANPCEN, 2009.
Dans le bulletin *SOS* numéro 37, printemps 2009.

L'adhésion à France Nature Environnement comme reconnaissance de l'approche globale

Le début de l'année 2007 marque également, pour l'association, l'entreprise d'adhérer à France Nature Environnement, fédération d'associations environnementales (près de 3 000 à cette date) au niveau national. FNE assure ainsi une synthèse de la veille et de l'expertise

réalisées par les associations et en assure la diffusion auprès de ses différents interlocuteurs. Plus important encore, FNE est d'ores et déjà présente dans les principales commissions nationales de concertation environnementale, et l'adhésion de l'ANPCEN à cette structure lui permet l'insertion dans un nouveau réseau et donc une assise plus forte au niveau national. En septembre 2007, France Nature Environnement accepte la demande d'adhésion de l'ANPCEN, légitimant ainsi fortement l'argumentaire global développé par cette dernière autour des rôles du noir, de la nuit et du ciel étoilé.

Pour l'ANPCEN, outre la reconnaissance et la légitimation de la protection du nocturne et du ciel noir, l'adhésion à FNE représente surtout, alors, la perspective de porter la thématique à la table des négociations du « Grenelle de l'Environnement », annoncé en mai 2007 par Alain Juppé, alors ministre de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD, qui deviendra, au cours du Grenelle de l'Environnement, MEEDDAT, voir ci-après), suite au Pacte Écologique de Nicolas Hulot, dont la signature par les différents prétendants à la fonction de Président de la République a rythmé la campagne présidentielle de 2007, très fortement axée sur les « problèmes environnementaux ».

Le Grenelle de l'Environnement, ou l'assise nationale tant attendue par l'ANPCEN

France Nature Environnement se trouvait en effet bien représentée aux côtés d'associations comme la Fondation Nicolas Hulot, le WWF, la ligue ROC, la LPO ou encore Greenpeace lors de la première phase de débats discussions et négociations, organisée via six groupes de travail rassemblant chacun 40 membres répartis en 5 collèges (chacun ayant un but de représentativité des différents « acteurs du développement durable » : État, collectivités locales, ONG, employeurs et salariés). La pollution lumineuse a très vite été portée par FNE et intégrée au projet de loi Grenelle I. Ainsi, le 16 juin 2008 est mis en distribution le projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (présenté au nom de François Fillon, Premier ministre, par Jean-Louis Borloo ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, successeur d'Alain Juppé), dans lequel figure au Titre III (prévention des risques pour l'environnement et la santé – prévention des déchets) *l'article 36* [491] selon lequel :

> « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation. »[492]

[491] Nous soulignons, voulant ainsi traduire le statut très rapidement pris par cet article du projet de loi relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement : un article annonciateur, pour beaucoup d'associatifs engagés dans « la lutte contre la pollution lumineuse », d'une prise en considération légale de cette thématique.

[492] Assemblée Nationale, 2008 (mise en distribution le 16 juin), *Projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement*. Document n° 955, p. 49.
URL : http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/projets/pl0955.pdf

Le 23 septembre 2008, Nathalie Kosciusko-Morizet, alors secrétaire d'État chargée de l'Écologie, rassemblait à l'Observatoire de Paris-Meudon différents acteurs intéressés par la pollution lumineuse[493] afin de porter cet article 36 auprès des médias nationaux :

> « Phénomène trop longtemps ignoré, la pollution lumineuse figure désormais dans le projet de loi relatif au Grenelle de l'environnement, examiné au parlement à partir d'octobre prochain. Cette reconnaissance législative permettra de créer dans le code de l'environnement un nouveau chapitre destiné à réglementer le sur-éclairage. C'est l'aboutissement d'un combat de longue date pour Nathalie KOSCIUSKO-MORIZET, secrétaire d'État chargée l'Écologie, qui tient à sensibiliser les élus et le grand public à cet enjeu environnemental encore mal connu. »[494]

Par « combat de longue date », la secrétaire d'État chargée de l'Écologie fait référence à la Proposition de loi n° 2275 relative à la lutte contre les pollutions lumineuses nocturnes[495], qu'elle avait présentée – étant alors député de l'Essonne – le 14 avril 2005 à l'Assemblée Nationale (voir Annexes). L'opération du 23 septembre 2008 a véritablement constitué un tournant majeur dans la concrétisation de la « lutte contre la pollution lumineuse » ; elle a également permis aux associations de sauvegarde de la nuit, essentiellement portées par les astronomes amateurs, d'acquérir une crédibilité ainsi qu'un visibilité nationale tant attendues depuis les années 1980.

Le projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement sera adopté à une quasi unanimité par l'Assemblée Nationale en octobre 2008 puis validé par le Sénat en première lecture le 11 février 2009, avant que la loi-cadre ne soit adoptée définitivement le 23 juillet 2009 lors de sa deuxième lecture au Sénat. Dans la version adoptée définitivement par l'Assemblée Nationale et le Sénat (publiée au Journal officiel du 5 août 2009 en tant que loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement), cette phrase prend place au premier alinéa de l'article 41, mais reste inchangée[496].

---

[493] Étaient ainsi conviés à intervenir Daniel Egret, président de l'Observatoire de Paris, Jean-Paul Zahn, astrophysicien au Laboratoire Univers et Théories, François Colas, chargé de recherche CNRS à l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides, Marc Thery, chargé de recherche au CNRS, responsable de l'équipe Evolution des Systèmes Sociaux au laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National d'Histoire Naturelle, l'ADEME, le Docteur Doré, président du Comité d'Experts Spécialisés « Agents physiques » de l'AFSSET, Samuel Challéat, doctorant à l'Université de Bourgogne, Olivier Las Vergnas, président de l'Association Française d'Astronomie (AFA), André Brahic, astrophysicien au CEA, professeur à l'Université de Paris 7, Nicolas Biver, chargé de recherche CNRS au Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique – Observatoire de Paris, Paul Blu, président de l'Association Nationale de la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN), Pierre Brunet, correspondant à Paris de l'ANPCEN, Arnaud Leroy, correspondant pour la Seine et Marne de l'ANPCEN, Philippe Morel, président de la Société Astronomique de France (SAF) et Mickaël Leblanc, directeur de l'AFA.

[494] Extrait du dossier de presse présentant le déplacement de la secrétaire d'État chargée de l'Écologie à l'Observatoire de Paris-Meudon le 23 septembre 2008.

[495] Assemblée Nationale, 2005 (14 avril), *Proposition de loi relative à la lutte contre les pollutions lumineuses nocturnes*. Proposition de loi n° 2275, présentée par Nathalie Kosciusko-Morizet. Consultable en ligne, dernière consultation le 10 août 2010. URL : http://www.assemblee-nationale.fr/12/pdf/propositions/pion2275.pdf

[496] « Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement », 2009 (5 août), *Journal officiel de la République française*, n°0179, p. 13031.

Le 29 juin 2010, l'Assemblée Nationale adopte le Projet de loi portant engagement national pour l'environnement[497] dont le Titre V, intitulé « Risques, santé, déchets » comporte, en son chapitre premier relatif à l'exposition à des nuisances lumineuses ou sonores, l'article 173 stipulant que le Titre VIII du livre V du Code de l'environnement est complété par un chapitre III relatif à la pollution lumineuse (voir Annexes). La publication de ce texte au Journal Officiel de la République française le 13 juillet 2010 est, pour l'ANPCEN, la première concrétisation réelle de la prise en considération législative de la pollution lumineuse. L'association reste néanmoins prudente, sachant pertinemment que la crédibilité de ce texte est fortement dépendante des décrets d'applications qui seront adoptés en Conseil d'État d'ici à la fin 2010, ainsi que des éventuelles normes qui en découleront (travail en cours au sein de la Commission de Normalisation X90 de l'AFNOR).

[497] Assemblée Nationale, 2010 (29 juin), *Projet de loi portant engagement national pour l'environnement*. Texte adopté n° 504, dit « Petite loi ». Consultable en ligne, dernière consultation le 9 août 2010.
URL : http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/ta/ta0504.pdf

CHAPITRE 2 :

CONFLITS ET NÉGOCIATIONS : VERS UNE GOUVERNANCE ÉLARGIE ?

> « Ce qui permit indirectement la formation de l'État dans le monde moderne, c'est l'apparition de la catégorie du social. La société n'est plus un ordre, une hiérarchie, un organisme ; elle est faite de rapports sociaux, d'acteurs définis à la fois par leurs orientations culturelles, leurs valeurs, et par leurs relations de conflit, de coopération ou de compromis avec d'autres acteurs sociaux. »
>
> *Qu'est-ce que la démocratie ?*, Alain Touraine

2.1 Les propositions : zones protégées et réduction de flux

2.1.1 Les possibilités d'aménagement d'espaces protégés

2.1.1.1 Principes généraux de la protection d'espaces naturels

De la radicalité à l'intégration, une opportunité pour la protection du nocturne

Dans les années 1940 se confirme dans les institutions politiques « un ensemble structuré d'idées et de normes qui s'appuient sur une vision profondément dichotomique du rapport homme/milieu »[498] qui, reprenant certains éléments de la misanthropie romantique, ne voit dans les actions des sociétés humaines que destructions irréversibles ou, du moins, éléments négatifs et survalorise donc la nature au plan esthétique, moral et religieux. Au début des années 1950, ce paradigme environnemental radical s'installe fortement au sein des institutions et des politiques publiques, qui s'orientent alors vers une acception stricte de la protection des paysages et des éléments naturels. Avec l'émergence de l'écologie scientifique, la nature acquiert une valeur intrinsèque, dont la protection doit être une priorité en soi. Les éthiques politiques et institutionnelles sont, dès lors, biocentrées, et les outils de protection se font plus stricts, se basant sur l'interdit, et pouvant aller jusqu'à l'exclusion pure et simple des sociétés de l'usage de la nature (principe de l'exclusion).[499] La conférence de Fontainebleau voit la création, en 1948 et sous l'égide de 19 gouvernements et de plus d'une centaine d'institutions, de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature (UIPN), qui deviendra en 1956 l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et de ses ressources, chef d'orchestre des politiques de protection de la nature au niveau mondial, notamment par l'instauration des grands espaces protégés

[498] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, éditions Armand Colin, p. 87.

[499] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, éditions Armand Colin.

(réserves intégrales, zones de nature sauvage, parcs nationaux, monuments naturels, etc.). Depuis les années 1970, les politiques de protection des espaces naturels connaissent un changement fort de paradigme : venant d'une approche radicale, elles se dirigent aujourd'hui vers une approche de plus en plus intégrée (tableau 19).

	L'espace protégé selon l'approche radicale héritée	**L'espace protégé selon l'approche intégrée en cours d'émergence**
Conception de l'espace protégé	Conçu comme une unité séparée dont la gestion est autonome	Élément d'un système de protection multiscalaire (du régional à l'international)
	Protège seulement l'existant, de manière fixiste, sans gestion évolutive	Inclut la restauration d'éléments disparus, selon une approche interventionniste et évolutive
	Protège la nature et les paysages sans objectif d'utilisation	Protection multifonctionnelle (écosystèmes, recherche, tourisme, production, culture)
	Élément ayant une valeur nationale voire universelle	Élément ayant à la fois une valeur universelle et une valeur locale
Établissement de l'espace protégé	Établi de manière technocratique (politique *top-down*)	Établi de manière concertée, voire sur initiative locale (politique *bottom-up*)
	Établi par un contrôle des populations locales, sans tenir compte de leurs attentes sociales, sans participation	Établi pour aider au développement local, selon un principe de cogestion voire de gestion décentralisée
Gestion de l'espace protégé	Géré comme un « isolat » de nature coupé des autres espaces	Géré en relation avec d'autres territoires protégés, liés par des « corridors biologiques » et des environnements ruraux
	Géré de manière réactive, à court terme	Géré de manière adaptative, à plus long terme en fonction de l'expérience
	Géré par des scientifiques exclusivement, approche sectorielle (écologie)	Géré par des personnels ayant plusieurs compétences, notamment en sciences sociales
Avantages de l'espace protégé	Bénéfices écologiques évidents, non questionnés	Bénéfices écologiques évalués et quantifiés régulièrement
	Bénéfices sociaux exogènes (visiteurs exclusivement)	Bénéfices sociaux pluriels (profite aux populations locales)

Tableau 19 Du paradigme radical au paradigme intégrateur.
« Le glissement du paradigme radical au paradigme intégrateur dans les politiques internationales de création et de gestion des espaces protégés » (Depraz[500], d'après Borrini-Feyerabend[501], modifié et étendu).

Rodary et Castellanet parlent ainsi de passage à un « paradigme intégrateur »[502], et Depraz de nous expliquer que celui-ci consiste en « une double révolution conceptuelle »[503] : un élargissement des objectifs de protection de la nature vers des considérations non plus seulement écologiques, mais plus largement sociales ; une nouvelle éthique

[500] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, éditions Armand Colin, p. 116.

[501] BORRINI-FEYERABEND G. (sous la direction de), 1997, *Gestion participative des aires protégées : l'adaptation au contexte*. UICN, éditions Gland.

[502] RODARY E. et CASTELLANET C., 2003, « Les trois temps de la conservation », *Conservation de la nature et développement, l'intégration impossible ?* Paris, éditions GRET – Karthala, p.5-44.

[503] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, éditions Armand Colin, p. 109.

environnementale consistant à intégrer l'homme et la nature. Par là même, c'est également un changement radical dans le mode de gestion et de prise de décision au sein des espaces protégés : l'abandon d'une approche strictement sectorisée, dominée par l'expertise scientifique et administrative en biologie et en écologie, pour prendre la direction d'une nouvelle gouvernance des territoires de protection, intégrant une participation forte des acteurs locaux. C'est donc l'assemblage de deux approches, écologique et sociale, et de deux modes de gestion, dirigiste et participatif, qui fait l'idée d'intégration. Ce changement de politique de gestion se fera sentir fortement au sein de l'UICN, notamment par le biais d'une attention de plus en plus marquée à la protection des paysages, ainsi que par la remise à l'honneur du concept allemand de *Kulturlandschaft* (le paysage culturel) qui induit une imbrication forte entre nature et aménagement humain du territoire[504]. C'est ainsi que l'UICN s'associe, en 1972, à l'UNESCO dans la sélection et le classement, en tant que « patrimoine mondial », des sites naturels. Depraz dresse le tableau 19 pour résumer « le glissement du paradigme radical au paradigme intégrateur dans les politiques internationales de création et de gestion des espaces protégés »[505]. Ce changement de paradigme représente une opportunité majeure pour les associations de défense du ciel et de l'environnement nocturne dans la possibilité de faire entendre leur voix dans la gouvernance de la protection des espaces naturels, leur argumentaire étant tout à la fois écologique et social.

En France, les Parcs Naturels Régionaux (PNR) représentent, dès 1967, l'une des premières manifestations d'une volonté de développement intégré pour l'espace rural : l'attention est portée tout à la fois aux enjeux écologiques et aux attentes locales. Le mode de constitution d'un PNR reflète parfaitement cette approche, dans laquelle il est question de volontariat, de définition contractuelle par le biais d'une charte d'objectifs, rédigée suite à la négociation et la concertation (figure 72). On peut ainsi lire dans le décret du 1er mars 1967, qui institue les Parcs Naturels Régionaux, que peut être classé en Parc Naturel Régional « le territoire de tout ou partie d'une ou de plusieurs communes lorsqu'il présente un intérêt particulier par la qualité de son patrimoine naturel et culturel, pour la détente, le repos des hommes et le tourisme, qu'il importe de protéger et d'organiser. » Et le site web de la Fédération des Parcs Naturels Régionaux de mettre en avant cette gestion concertée du territoire :

> « La capacité d'un Parc naturel régional à protéger la nature réside surtout dans sa capacité à faire respecter, par la concertation, les objectifs de sa Charte définis par ses signataires. Pour faire respecter sa Charte, l'action d'un Parc naturel régional relève en effet prioritairement de l'information, de l'animation et de la sensibilisation à la richesse patrimoniale de son territoire des personnes y vivant, y travaillant, s'y implantant ou y passant, dans l'objectif de modifier leurs comportements. »

[504] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin.
[505] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin, p. 116.

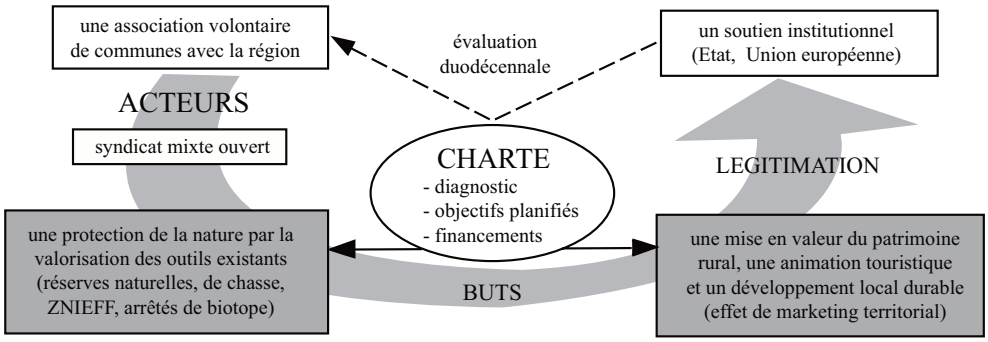


Figure 72 Le fonctionnement contractuel des PNR français. (Depraz[506]).

Nous verrons plus loin que les PNR, en tant qu'acteurs précurseurs du paradigme intégrateur de la protection des espaces naturels, peuvent jouer un rôle majeur dans la mise en place de politiques d'aménagement du territoire alliant réduction de la pollution lumineuse et mise en valeur touristique de leur territoire.

Les Parcs Nationaux ont quant à eux fait l'objet d'une définition stricte par l'UICN[507], selon quatre critères cumulatifs :

- leur taille, qui doit être « relativement étendue » ;
- l'existence d'écosystèmes « peu ou pas transformés par l'exploitation et l'occupation humaine » offrant « un intérêt spécial du point de vue scientifique, éducatif et récréatif » avec « des paysages naturels de grande valeur esthétique » ;
- l'existence dans ce parc de « mesures pour empêcher ou éliminer dès que possible sur toute sa surface » l'exploitation et l'occupation humaine, mesures prises par « la plus haute autorité compétente du pays » ;
- la possibilité « sous certaines conditions » d'autoriser la visite « à des fins contemplatives, récréatives, éducatives et culturelles ».

Les parcs nationaux se situent donc en plein paradigme radical, faisant de l'idée de limite, de la séparation Homme-Nature une pierre de touche, une condition *sine qua non* à leur création (les quatre critères cités sont cumulatifs, tout parc national doit satisfaire à la fois à chacun d'eux). De fait, donc, et vis-à-vis de la protection du nocturne, les parcs nationaux n'ont pas, sur leur territoire (du moins en leur cœur, en zone centrale), de source de pollution lumineuse et constituent donc de véritables réserves du noir comme actif environnemental.

Mais toute activité humaine étant au maximum « à éliminer » de ces zones centrales, et le tourisme n'y étant possible que « sous conditions », ne restent que les zones périphériques pour présenter un intérêt éventuel pour la création de zones de protection du ciel nocturne. Ainsi apparaît-il, au regard de ces critères mais aussi des contraintes

[506] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin.

[507] UICN, 1994, *Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées*. Cambridge, éditions Gland. Liste des critères établie par DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin.

décisionnelles fortes pesant sur ce type d'espace protégé (« la plus haute autorité compétente du pays », comme le stipulent les *Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées* publiées par l'UICN en 1994), que les parcs nationaux ne sont peut-être pas les structures les plus à même d'impulser une politique de zones de protection du noir : ces zones de protection ne peuvent être imperméables à l'activité humaine qu'est l'accession au nocturne pour son observation, son étude (astronomie, naturalisme, faune nocturne ou entomologie par exemple).

Modes, buts et portée de la protection

Depraz distingue, d'après les concepts de Callicott, Larrère et de Rodary et Castellanet[508], quatre grands modes de protection de la nature, allant de l'utilitarisme au préservationnisme en passant par le ressourcisme et le conservationnisme. Ces modes sont échelonnés selon des éthiques anthropocentrées, écocentrées ou biocentrées, allant donc de l'usage non régulé de la nature à une ségrégation totale Homme-Nature, comme nous avons pu le voir au paragraphe 1.1.1.1 de cette partie.

Depraz classe également les types de protection selon leur but : protection spécifique ou protection générique ? Il met cette réflexion en lien avec l'échelle spatiale de la protection, ce qu'il nomme sa « portée », depuis des politiques de protection localisées qui s'appuient sur une délimitation spatiale, jusqu'à des politiques de portée plus globale qui s'appuient, par exemple, sur des réglementations concernant des espèces menacées, la « protection de la vie sauvage », ou bien encore des réglementations visant à réduire les émissions de certains polluants. L'auteur résume « la nébuleuse des mesures de protection composant l'action environnementale »[509] par le schéma présenté en figure 73.

[508] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin.
CALLICOTT J.B., 1998, « The wilderness idea revisited. The sustainable development alternative », CALLICOTT J.B. et NELSON M.P. (sous la dir. de), *The great new wilderness debate*, Athens, University of Georgia Press.
LARRERE C., 1998, « Les philosophes de l'environnement », *Nature, Sciences, Sociétés*, vol. 5, n° 3, p. 83-84.
RODARY E. et CASTELLANET C., 2003, « Les trois temps de la conservation », RODARY E. CASTELLANET C. et ROSSI G. (sous la dir. de), *Conservation de la nature et développement, l'intégration impossible ?* Paris, GRET-KARTHALA, p. 5-44.

[509] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, Armand Colin, p. 21.

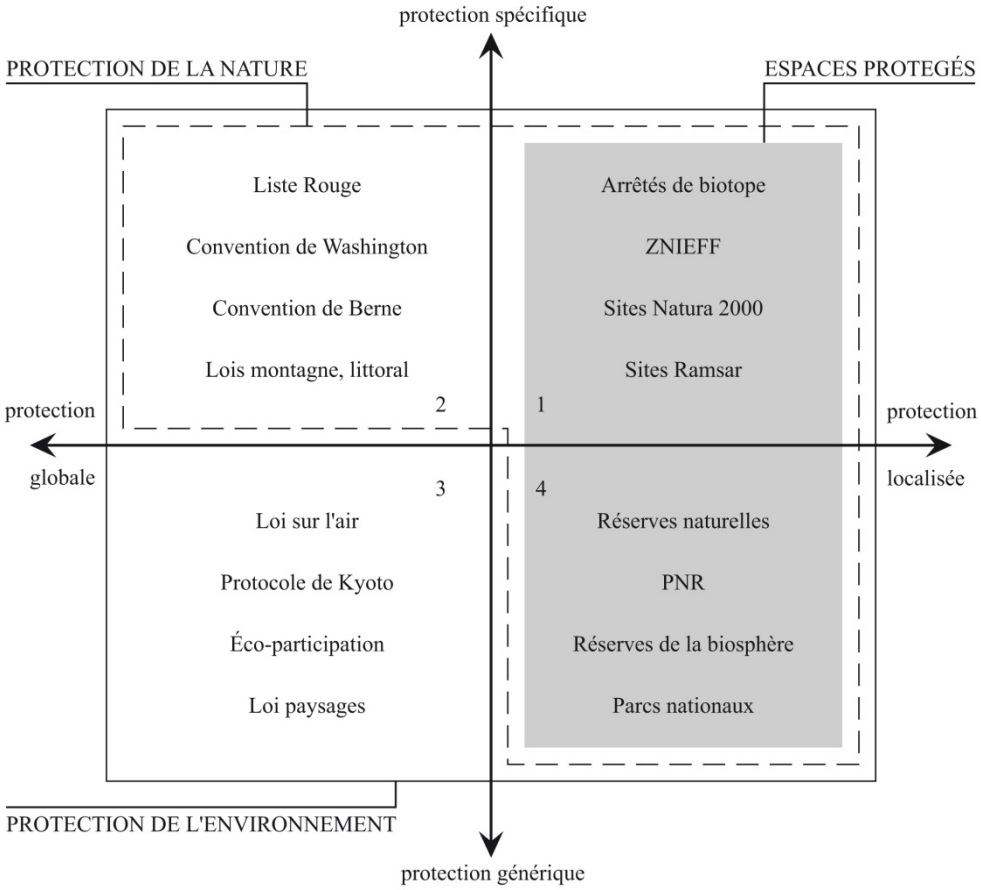


Figure 73 Typologie des mesures de protection de la nature et de l'environnement.
« Les types de mesures de protection de la nature et de l'environnement en fonction de leur but et de leur portée. Exemples non exhaustifs, valables pour le cas français. » (Depraz, 2008).

Depraz ordonne ainsi les mesures de protection selon leur but (spécifique ou générique) et leur portée (localisée ou globale). Il met ainsi en évidence « des logiques d'inclusion entre ensembles »[510] avec, tout d'abord, la notion d'« espaces protégés » à proprement parler qui sont, dans tous les cas localisés ; leur portée peut alors être soit spécifique (quadrant 1), soit générique (quadrant 4). Ces espaces sont ensuite « inclus dans une entité plus vaste » qui compose la « protection de la nature » (quadrants 1, 2 et 4), aux côtés des mesures spécifiques mais globales (protection d'espèces, d'écosystèmes, etc.). Enfin, « cette protection de la nature est elle-même incluse dans un ensemble encore plus vaste », englobant tous les quadrants, qui traduit la « protection de l'environnement » au sens le plus large, donnant leur sens aux politiques globales et génériques (réduction des émissions des Gaz à Effet de Serre, protection des paysages, etc.)

On retrouve ces différentes logiques dans les outils juridiques servant aux principales mesures de création d'espaces protégés en France (tableau 20). On remarquera l'entrée

[510] DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*. Paris, éditions Armand Colin, p. 21.

récente, au titre du Grenelle de l'environnement, de quelques mesures visant à servir la réduction des nuisances et pollutions lumineuses.

Niveau de la norme juridique	Application en matière d'espaces protégés
Bloc constitutionnel (Constitution, chartes fondamentales, principes fondamentaux, etc.)	*Charte de l'environnement* (2005), inscrite dans le préambule de la Constitution (mention du « devoir de prendre part à la protection de l'environnement »)
Bloc de conventionnalité (Conventions internationales, droit communautaire en particulier)	Convention de Paris sur le patrimoine mondial (1970), programme Man and Biosphere (MaB, 1970), Convention de Ramsar (1971), Convention de Berne (1979), Convention sur la diversité biologique (1992). UE : Directives Oiseaux (1979), Habitat (1992)
Bloc de légalité (Lois organiques, lois simples, ordonnances, règlements autonomes)	Lois de protection des sites (1906, 1930), loi paysages (1993), lois sur les parcs nationaux (1960, 2006), règlement puis loi sur les PNR (1967, 1983), lois sur les réserves naturelles (1957, 1976), loi sur le Conservatoire du littoral (1975), sur les arrêtés de biotope (1977), arsenal législatif suite au Grenelle de l'environnement (2009, 2010)
Réglementation (Arrêtés, décrets)	Décrets ministériels de création des parcs, arrêtés préfectoraux pour les sites classés, les biotopes protégés, arrêtés départementaux ou communaux pour les Espaces Naturels Sensibles (depuis la loi de 1959) et les espaces boisés classés dans les PLU, en milieu périurbain surtout (depuis la loi de 1977), décrets d'application suite au Grenelle de l'environnement (2010)
Actes administratifs (Textes explicitant la signification d'un texte de niveau supérieur afin d'en permettre la mise en œuvre)	Conventions d'application, circulaires ministérielles, directives territoriales d'aménagement qui identifient des espaces naturels à protéger, charte d'un PNR (qui a valeur de directive)

Tableau 20 Niveaux juridiques des mesures de création d'espaces protégés.
« Les niveaux juridiques des principales mesures de création d'espaces protégés à partir de l'exemple français » (Depraz, 2008, actualisé).

Dressons ainsi un parallèle avec l'action associative où, partant de mesures de protection spécifiques (observatoires astronomiques) et localisées (autour de ces observatoires), les revendications contre les nuisances et pollutions lumineuses tendent de plus en plus à s'orienter vers la volonté d'une protection générique et globale (protection de l'« environnement nocturne » dans son ensemble, protection du ciel comme élément des paysages nocturnes).

2.1.1.2 Des expériences de protection spécifique et locale : les « réserves de ciel étoilé »

Aux origines des espaces de protection du ciel : la protection des observatoires

La ville américaine de Tucson (États-Unis, Arizona) est la première, en 1972, à adopter une réglementation visant à protéger un observatoire – l'observatoire de Keat Peack –, sous l'impulsion des astronomes professionnels. L'Union Astronomique Internationale (UAI), au cours d'une conférence tenue à Grenoble en 1976, adopte une résolution pour la protection des sites astronomiques professionnels puis, en collaboration avec la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), édite en 1980 des recommandations ayant pour but de diminuer le halo lumineux à proximité des observatoires, recommandations renouvelées en 1997. Aux Canaries, c'est dès 1979 qu'une réglementation vise à protéger l'observatoire de Las Palmas.

En France, Jean Kovalevsky (directeur du Centre d'Étude et de Recherches en Géodynamique et Astrométrie – CERGA) œuvre pour faire connaître la thématique, dans un article paru dans *l'Astronomie*, revue de la Société Astronomique de France (SAF), à la suite de la création de son observatoire :

> « C'est en 1965 que les recherches d'un site pour un nouvel observatoire ont commencé […], en 1970 le plateau du Calern, situé à 30 kilomètres au nord-ouest de Nice et 10 kilomètres à vol d'oiseaux au nord de Grasse, a été définitivement retenu pour être le site du CERGA. […] Le bord sud-ouest du plateau offre une visibilité parfaite sur la mer entre Villeneuve-Loubet et Golfe-Juan, le reste de la côte étant caché par les montagnes environnantes. L'influence de la mer est forte, ce qui est favorable pour les qualités optiques recherchées, d'autant que les brumes et les nuages marins montent très rarement jusqu'à Calern et sont arrêtés plus bas. La nuit, les lumières de Nice et Cannes forment un halo lumineux visible, ce qui rend ce site peu propice aux observations photométriques ou spectroscopiques. Le voile sur les clichés risque d'être un peu gênant pour les poses très longues. »

En 1984, l'Académie des Science édite un rapport sur *La protection des observatoires astronomiques et géophysiques*, travail qui sera complété au cours d'une réunion du « Comité sur les challenges de la société moderne » de l'OTAN (*The protection of the astronomical and astrophysical sites*, Kovalevsky ed., 1991).

En 1988, Crawford créé l'International Dark-sky Association (IDA) aux États-Unis puis, en 1992, une conférence se tient au siège de l'UNESCO à Paris ; les participants à cette conférence font alors une déclaration – à l'origine d'une confusion récurrente laissant penser que le ciel nocturne a été classé patrimoine culturel de l'humanité – affirmant que « le ciel nocturne représente, avec ses plus belles étoiles et le message qu'il apporte sur notre place dans l'Univers, un précieux trésor pour toute l'humanité ». Les participants à la conférence demandent également à l'UNESCO et à l'UICN d'œuvrer pour que les observatoires astronomiques soient considérés comme parties prenantes de notre héritage culturel et, à ce titre, inscrits dans la liste des sites naturels ou architecturaux remarquables et à préserver.

Par la suite, plusieurs régions dans le monde se sont autoproclamées « Réserves de ciel étoilé », avant que l'IDA n'intervienne pour émettre des critères précis servant cette reconnaissance. C'est ainsi qu'avant 2006, seule la Société Royale d'Astronomie du Canada (SRAC) avait un programme soulignant les efforts de communautés territoriales dans la limitation de la pollution lumineuse. Pour ne pas décrédibiliser de véritables plans de protection du ciel, l'IDA a mis en place un comité de travail dont le but était de définir et encadrer les « Réserves Internationales de Ciel Étoilé », les « Parcs Internationaux de Ciel Étoilé » ainsi que les « Communautés Internationales de Ciel Étoilé ». La réserve mise en place autour du Mont Mégantic, au Québec (cf. paragraphe suivant), a servi de modèle dans l'élaboration des critères nécessaires pour l'obtention de ces différents « labels ». L'IDA a ainsi défini comme suit ces différentes unités spatiales (schématisées en figure 74) :

« Communauté internationale de ciel étoilé (CICE) : Village, ville, municipalité ou toute autre communauté légalement constituée ayant fait preuve d'un dévouement exceptionnel à la préservation du ciel étoilé à travers l'implantation et l'application d'une réglementation sur la qualité de l'éclairage ainsi que l'éducation et la sensibilisation des citoyens quant à l'importance du ciel étoilé.
Parc international de ciel étoilé (PICE) : Parc ou espace public protégé présentant un ciel étoilé de qualité exceptionnelle ainsi qu'un environnement nocturne sujet à une pollution lumineuse minime et dans lequel l'obscurité naturelle est considérée comme une ressource culturelle, esthétique et éducative de la plus grande importance.

Réserve internationale de ciel étoilée (RICE) : Espace privé ou public offrant un environnement nocturne et des nuits étoilées d'une qualité exceptionnelle et faisant l'objet d'une protection explicite à titre de patrimoine scientifique, naturel, éducatif et culturel et/ou en raison de sa mission visant à offrir au public la jouissance d'un vaste territoire. Une RICE comprend une région centrale répondant aux critères de qualité minimums requis au niveau du ciel et de l'obscurité naturelle ainsi qu'une région périphérique qui apporte son soutien aux valeurs rattachées au ciel étoilé de la région centrale et qui en retire à son tour les bénéfices. La RICE consiste en un partenariat établi entre les différents propriétaires et/ou administrateurs du territoire sur la base d'une reconnaissance de la valeur du ciel étoilé, laquelle se concrétise sous forme de réglementations, d'ententes formelles, ou encore d'une planification à long terme. »

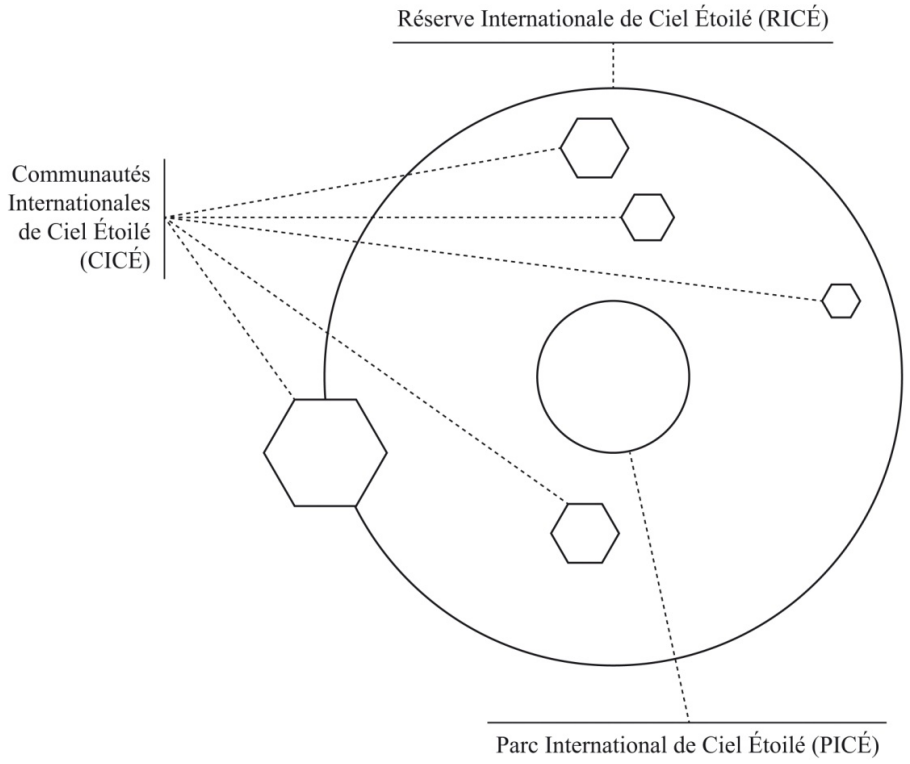


Figure 74 Imbrication géographique des zonages définis par l'IDA.
Schématisation de l'imbrication géographique possible des différents zonages définis par l'International Dark-sky Association (IDA). Schéma de l'auteur.

Les objectifs de ces Réserves Internationales de Ciel Étoilé sont multiples, mais soulignons tout de même que, malgré une terminologie centrée sur le « ciel étoilé », l'amélioration de l'environnement nocturne dans son ensemble est visée (« Promouvoir la protection des zones ayant une nuit étoilée exceptionnelle. Idéale pour l'astronomie professionnelle et/ou amateur, les habitats nocturnes, la culture, le patrimoine et/ou le simple plaisir pour le public de regarder le ciel nocturne », *Programme de l'IDA pour l'identification d'une Réserve Internationale de Ciel Étoilé*, traduction de novembre 2008).

Du Mont Mégantic au Pic du Midi de Bigorre

En août 2007, l'Astrolabe, observatoire du Mont Mégantic, au Canada, soumet ainsi un dossier à l'IDA, visant à faire reconnaître une partie de ce parc naturel national comme réserve de ciel étoilé. L'Astrolab est engagé dans ce programme depuis 2003, par le biais d'actions éducatives, d'actions de sensibilisation auprès des élus et autres décideurs aux différentes échelles territoriales, auprès des professionnels (urbanistes, responsables du parc naturel, services techniques en charge de l'électrification et de la gestion de l'éclairage public, etc.) ainsi qu'auprès de la presse et donc de la population.

La réserve proposée couvre 32 municipalités (villes et villages), dans un rayon de 50 kilomètres autour de l'observatoire (figure 75). Un zonage environnemental a été mis en place, suivant les recommandations de 1997 de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) – recommandation confirmées et préconisées également par l'*Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA) –, qui consiste en deux tampons de 25 et 50 kilomètres de rayons autour de l'observatoire astronomique, et d'une troisième zone constituée exclusivement par l'aire urbaine de Sherbrooke (tableau 21).

Distances	Zonage CIE	Description de la zone par la CIE (1997)	Municipalités concernées
0-25 km	1	Zones intrinsèquement sombres, zones de protection et de conservation entourant les observatoires astronomiques, zones résidentielles pour lesquelles le contrôle de la lumière intrusive est important	Bury, Chartierville, Frontenac, Hampden, Lac-Mégantic, Marston, Milan, Nantes, Notre-Dame-des-Bois, La Patrie, Scotstown, Stornoway, Val-Racine, Piopolis, Woburn
25-50 km	2	Zones de luminosité modérée, zones rurales, zones résidentielles loin des centres urbains	Ascot Corner, Audet, Cookshire-Eaton, Courcelles, Dudswell, East Angus, Lac-Drolet, Lambton, Saint-Isidore, Saint-Cécile-de-Whitton, Saint-Ludger, Saint-Romain, Saint-Sébastien, Stratford, Weedon, Westbury
60 km	3	Zones de forte luminosité, zones commerciales, zones résidentielles urbaines	Sherbrooke

Tableau 21 Zonage autour de l'observatoire du Parc National du Mont-Mégantic.
Zones mises en place autour de l'observatoire du Parc National du Mont-Mégantic, province de Québec, Canada.

Dès août 2006, ces municipalités adoptent une réglementation autour de critères techniques sur les types et les intensités des éclairages : un plan de 1,4 millions de Dollars canadiens est lancé dans le but de réduire la pollution lumineuse de 25 % et d'économiser 1,3 GWh par année. En août 2007, environ 2 500 luminaires étaient dores et déjà remplacés dans 16 municipalités autour du Mont-Mégantic. Ainsi, les lampes au mercure sont interdites et les sources au sodium haute ou basse pression sont exigées (en raison de leur spectre d'émission restreint, filtrable, mais aussi pour leur impact limité sur la faune nocturne), sauf pour quelques situations nécessitant des lumières blanches (terrains sportifs, par exemple). Les flux lumineux sont restreints en intensité et l'ULOR minimisé, autant que faire se peut : dans la zone 1 (moins de 25 kilomètres de l'observatoire), les lampadaires ne doivent pas répandre plus de 1 % de leur flux lumineux au-dessus du plan horizontal ; dans les deux autres zones, 2,5 % d'ULOR sont tolérés si la hauteur de feu est inférieure à 5 mètres (dans le cas inverse, un ULOR maximal de 1 % s'applique).

La reconnaissance de ce travail de longue haleine arrive durant le symposium international sur la pollution lumineuse, tenu les 20 et 21 septembre 2007 dans le Parc National du Mont Mégantic, qui est alors proclamé par l'IDA première Réserve Internationale de Ciel Étoilé.

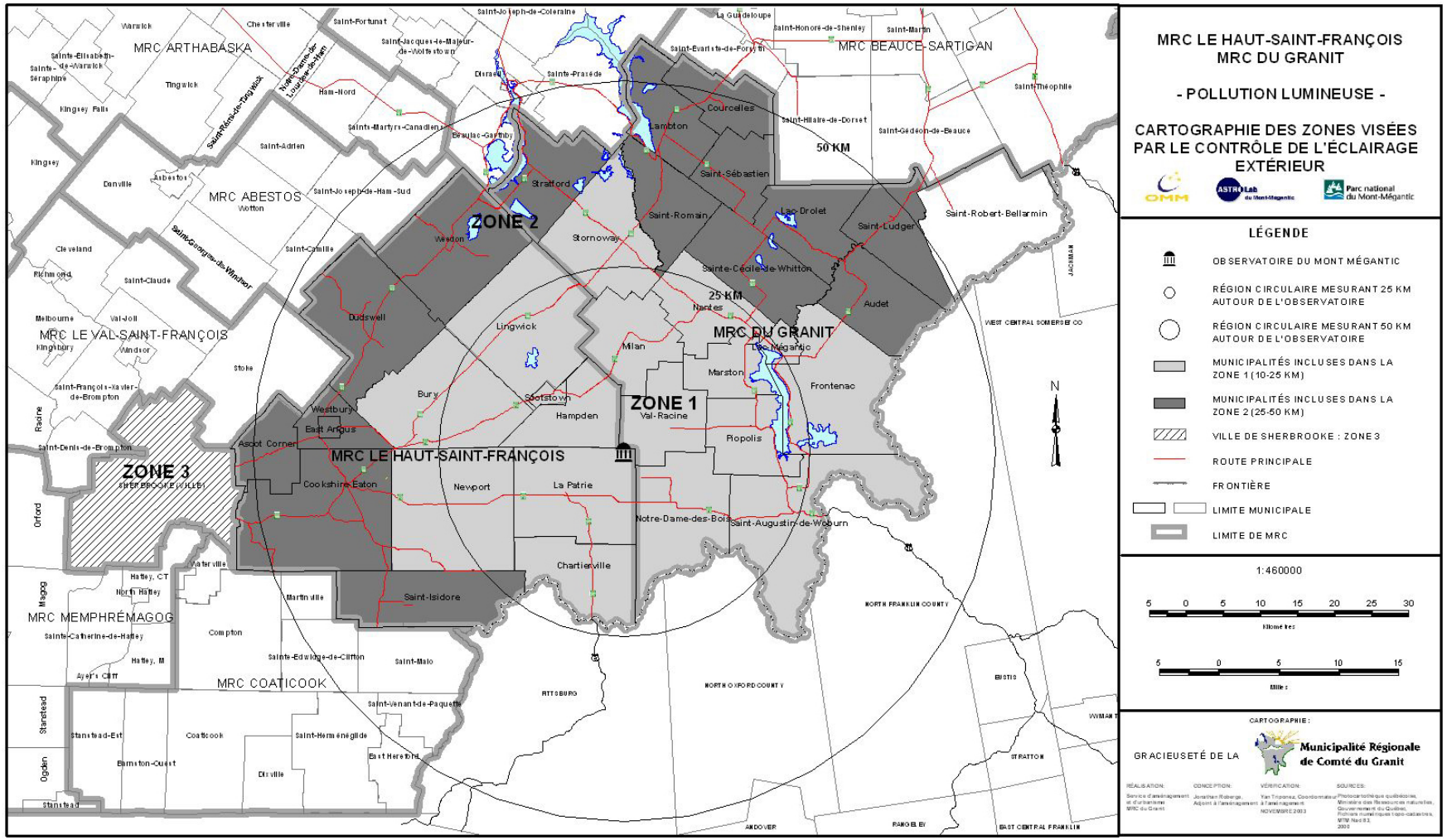


Figure 75 Cartographie du zonage autour de l'observatoire du Parc National du Mont Mégantic.
Zones de contrôle de l'éclairage extérieur. Source : Mont Mégantic Area International Dark Sky Reserve Nomination Package, Chloé Legris, project manager, 2007.

Courant 2008, l'idée germe de créer, en France, sur le même mode que la réserve du Mont Mégantic, une Réserve Internationale de Ciel Étoilé autour de l'observatoire du Pic du Midi de Bigorre, dans les Pyrénées, validée par l'IDA. L'Association PIRENE (Pic du Midi Réserve Nuits Étoilées) est ainsi créée à la veille de l'Année Mondiale de l'Astronomie 2009. PIRENE profitera de la médiatisation de l'astronomie durant cette année 2009 pour concrétiser la création de la réserve avec la signature, le 11 juin, au sommet du Pic du Midi de Bigorre, d'une charte engageant les collectivités territoriales dans une réduction de la pollution lumineuse autour de l'observatoire, premier pas vers l'obtention du précieux label de l'IDA. Pour autant, cette charte n'est alors que très générale, s'appuyant presque mot pour mot sur la « Charte pour la préservation de l'environnement nocturne » signée en 1993 par les principales associations d'astronomie françaises (actualisée en 1995 sous le nom « Sauvons la nuit ! »).



Image 80 Observatoire du Pic du Midi de Bigorre, au centre d'un projet de réserve de ciel étoilé. Photographie : Alain Sallez (picdumidi.org), David Romeuf (Université Lyon 1)

Comme pour la réserve du Mont Mégantic, le projet s'appuie sur un zonage géographique : l'association PIRENE propose une zone centrale d'environ 50 km² centrée sur le Pic du Midi et son observatoire. La zone périphérique aura un rayon d'environ 10 km à 15 km centré sur le Pic. Un arsenal de mesures techniques doit aussi être mis en œuvre, mais pour l'heure, celles-ci ne prennent encore que la forme de recommandations :

- n'éclairer que vers le bas, « à puissances raisonnables », et limiter les zones éclairées ;
- occulter au maximum les sources générant éblouissement et/ou lumière intrusive ;
- interdire tout éclairage de type « laser » ou DCA (« Sky tracer ») ;
- privilégier les lampes monochromatiques type sources au sodium haute ou basse pression ;

- demander, autant que faire se peut, une extinction totale ou partielle de certains éclairages à partir d'une certaine heure.

Le but affiché est « qu'aucune source intérieure ou extérieure n'altère la vision nocturne et que le niveau d'augmentation de brillance surfacique du fond de ciel reste inférieur à 10 % de celle du fond de ciel naturel. »

Faire du noir un « avantage comparatif » des PNR ?

Comme nous l'avons vu, les Parcs Naturels Régionaux sont certainement, aujourd'hui, en France, les structures les plus à même d'être précurseurs en matière de réserves de « nocturnité », et ce grâce à leur mode de gouvernance intégrateur. Les PNR sont répartis de façon relativement homogène sur le territoire, ce qui leur confère, dans l'ensemble, une très bonne accessibilité, élément nécessaire aux astronomes amateurs, naturalistes et autres personnes désireuses de venir chercher dans la qualité de la nuit une ressource, de la même manière que peut l'être le calme relatif à l'absence de bruit.

Les communes intégrées aux PNR devraient ainsi voir dans une politique de réservation de la nuit une sorte d'avantage comparatif à l'échelle régionale avant tout. Le tourisme astronomique existe déjà en France : l'Association Française d'Astronomie a ainsi mis en place des « Stations de Nuit », ces observatoires accueillant public et astronomes amateurs pour des soirées ou des programmes d'observations ; d'importantes rencontres d'astronomes se déroulent chaque année sur les hauteurs de Saint-Étienne (les Rencontres Astronomiques de Printemps), rassemblant plusieurs centaines d'amateurs sur plusieurs jours ; de nombreux clubs à rayonnements départementaux et régionaux sont régulièrement à la recherche de zones noires dans lesquelles ils pourront louer un gîte leur permettant d'accueillir leurs membres le temps d'un week-end ; enfin, tout amateur d'astronomie aime, de temps à autres, partir installer son télescope sous un ciel noir. Mais bien au-delà des astronomes amateurs ou des simples « curieux du ciel », une politique à l'échelle nationale de restauration du nocturne dans les Parcs Naturels Régionaux attirerait également des naturalistes observateurs de la faune nocturne, des photographes venant « attraper » dans leur course pipistrelles, merles moqueurs, chouettes de Tengmalm et autres hiboux grands ducs, ou encore des entomologistes à la recherche d'espèces d'insectes ayant fui les zones urbanisées trop puissamment éclairées, comme le grand paon de nuit, ou bien encore le sphinx à tête de mort.

Certains PNR se sont déjà engagés dans cette voie de la réduction des nuisances et pollutions lumineuses, par le biais de l'insertion de la thématique dans leur charte, mais une politique d'harmonisation de ces initiatives locales, menée par la Fédération des Parcs Naturels Régionaux, serait une initiative intéressante. Chacune des activités précitées appelle la nuit naturelle. Mais chacune de ces activités, comme toute activité touristique, induit des emplois afin de répondre et d'accompagner ces besoins de naturalité fortement exprimés aujourd'hui dans notre société. Aussi, loin d'être une pénalisation pour une commune appartenant à un PNR, le maintien ou la restauration de la qualité du nocturne

à l'intérieur de ces espaces peut constituer un atout, un avantage sur les autres territoires. Enfin, nous le verrons par la suite, l'homogénéité de la répartition des PNR sur le territoire national place également ces structures en position de constituer de véritables taches d'habitats – habitats y compris nocturnes – qui devront être reliées par des corridors non moins nocturnes.

« Ça ressemble à des réserves d'Indiens ! »[511]

Si les réserves de ciel étoilé atteignent bien leur but d'amélioration de la qualité du ciel autour d'un observatoire, certains défenseurs du nocturne s'avouent tout de même critiques et vigilants. Deux raisons à cela. La première provient du sentiment d'être « parqués » dans des « réserves », telle une espèce en voie de disparition, et ce même si l'objet de la réserve est bien « le ciel étoilé » et non les astronomes. La seconde raison consiste en une peur que ce genre d'aménagement puisse servir à justifier un droit à polluer à outrance en-dehors des réserves ; une peur que les réserves de ciel étoilé ne soient, finalement, qu'un dédouanement face à un problème plus global.

Les astronomes, à l'origine de ce type de mesures territoriales très spécifiques et très localisées, n'obtiennent peut-être ici que le juste retour d'un argumentaire trop centré, des années durant, sur la qualité du ciel nocturne, la qualité de *leur* ciel noir. Face à cela, et pour éviter que l'état de l'environnement nocturne ne se dégrade en-dehors de ces périmètres, nombreux sont ceux qui prônent dans les associations – depuis maintenant plusieurs années – une réflexion plus globale sur les matériels employés en éclairage public, sur les intensités lumineuses, les niveaux de consommation électrique, etc. Leur raisonnement s'appuie sur la volonté d'une cohérence – voire d'une équité – territoriale et sur l'argumentation écologique considérant le nocturne comme élément de tout biotope, quel que soit le lieu et non exclusivement au sein des réserves. Ils sont aujourd'hui rejoints, dans cette réflexion globale, par des acteurs issus de différentes disciplines qui questionnent et commencent à remettre en cause certaines pratiques de la lumière.

2.1.2 La politique de réduction généralisée de l'intensité lumineuse

2.1.2.1 Différents arguments en faveur de la réduction globale

Un éclairage urbain trop uniforme et énergivore

Divers acteurs de la fabrique de la ville commencent à prendre conscience qu'un éclairage trop uniformément réparti participe de la banalisation de la lumière urbaine et noie ses atouts, notamment en termes de mise en valeur des espaces et du patrimoine. Cette banalisation de la lumière entraine également une banalisation des espaces eux-mêmes, et en nivelle les spécificités. Au-delà des acteurs « historiques » (astronomes, écologues) de la lutte contre les nuisances et pollutions lumineuses, les façons d'éclairer sont donc aujourd'hui remises en question, au sein de disciplines qui interrogent désormais de plus en

[511] Propos relevés lors d'un entretien avec des astronomes amateurs. Rencontres Astronomiques de Printemps, 2007.

plus fréquemment cette uniformisation. Plusieurs géographes questionnent ainsi notre rapport à la nuit et à la ville, à la ville la nuit :

> « Jusqu'au XIX[e] siècle, les lumières vacillantes de la ville annonçaient au voyageur qui s'en approchait l'imminence du refuge, la sécurité et le repos parmi les hommes, après les fatigues de la route, les menaces de la nuit et de la forêt. L'éclairage témoignait frêlement d'une veille urbaine dans un océan d'obscurité, signe de la continuité de la culture s'émancipant des rythmes de la nature. Mais cette urbanité de l'éclairage n'est plus, ou s'est redéfinie. D'abord parce que le milieu rural a lui aussi ses illuminations, ses clochers perçant la nuit, ses places de villages sous le plein feu des projecteurs ; ensuite, et surtout, parce que la petite musique de nuit que jouait de loin l'éclairage urbain dans un paysage nocturne noyé de ténèbres, s'est tue au profit d'un tapage nocturne généralisé : changement d'échelle, de la tête d'épingle lumineuse au halo régional ; et changement d'intensité, de volume, de couleur, qui nous amènent à constater que l'empreinte nocturne de la « ville émergente »[512] est laide. Sous ce faux jour, la ville n'apparaît plus dans la nuit comme un précieux foyer humain, mais comme une tonitruante machine économique, mal maîtrisée et dépourvue d'urbanité. »[513]

Les urbanistes et les concepteurs lumière se penchent sur les économies d'énergies, l'écologie temporelle, la rythmanalyse, la chronotopie et fondent ainsi un urbanisme temporel cherchant à rendre cohérent l'éclairage avec nos usages de la ville nocturne :

> « Un plan lumière, par exemple, n'est appréciable que s'il correspond aux pratiques temporelles des habitants et des visiteurs du quartier auquel on le destine. Éclairer toute une nappe urbaine avec la même intensité toutes les nuits de l'année est énergivore. Sans omettre la dimension poétique de l'éclairage, ses variations, ses ambiances, ses couleurs… »[514]

Et puis de nouvelles pratiques émergent – comme celle du Clan du néon[515] – avec pour volonté de dénoncer – dans ce cas par l'extinction des enseignes lumineuses commerciales faites de néons – ce qu'elles considèrent, pêle-mêle, comme une pollution visuelle par la défiguration des espaces publics, une atteinte à l'environnement, un gâchis énergétique, ou encore une intrusion dans la vie privée (image 81).

---

[512] CHOAY F., 1994, « Le Règne de l'urbain et la mort de la ville », *La Ville, art et architecture en Europe, 1870-1993*, DETHIER J. et GUIHEUX A. (sous la dir. de), Paris, Éditions du Centre Pompidou, p. 26-35.
ASCHER F., 1995, *Métapolis ou l'avenir des villes*. Paris, Odile Jacob.
CHALAS Y. et DUBOIS-TAINE G. (sous la dir. de), 1997, *La Ville émergente*. La Tour d'Aigues, Les éditions de l'Aube.
Cités par DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. 284.

[513] DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. 284.

[514] PAQUOT T., 2010, L'urbanisme c'est notre affaire ! Nantes, L'Atalante, p. 63.

[515] Site Web, dernière consultation le 20 août 2010. URL : http://clanduneon.over-blog.com/



Image 81 Contestation de l'éclairage artificiel des villes.
« Clin d'œil historique »[516], ou l'émergence de nouvelles formes de contestation de l'éclairage artificiel des villes. Image : clanduneon.over-blog.com.

Un souci de cohérence territoriale

Au sein de l'ANPCEN, la réduction des intensités lumineuse généralisée à l'ensemble du territoire est également soutenue, au sein des associations de défense du nocturne, par des membres voulant conserver un certain niveau de cohérence territoriale. Il est facile, en effet, partant de politiques de réservation spécifiques au ciel étoilé et fortement localisées d'en arriver rapidement à renvoyer dos-à-dos les territoires : la population des communes à qui l'on imposerait des règles draconiennes en matière de limitation des flux (intensités, directions) ne pourrait comprendre que, à quelques kilomètres voire à quelques centaines de mètres, d'autres communes n'aient pas à « subir » ce type de contrainte. Un autre risque du même type serait de renforcer, dans l'imaginaire collectif, l'idée d'un espace rural exclusivement cantonné aux rôles de récréation et de préservation d'une certaine « naturalité » à destination des urbains. Comme dans d'autres domaines de préservation (préservation des paysages, notamment), un espace rural qui se devrait, à lui seul, de protéger la qualité du ciel et de l'environnement nocturnes s'opposerait à un espace urbain dans lequel le « tapage nocturne généralisé »[517] aurait, alors, presque toute légitimité à devenir la norme. Cette volonté de ne pas opposer l'urbain au rural rejoint les notions de connectivité et de continuité écologiques dans l'argumentaire en faveur d'une amélioration globale du nocturne.

[516] Nom donné par le Clan du néon au fichier informatique de ce montage photographique. Site Web, dernière consultation le 20 août 2010. URL : http://clanduneon.over-blog.com/

[517] DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. 284.

2.1.2.2 L'importance, du point de vue écologique, d'une amélioration globale

La lumière, élément de perturbation écologique

La notion centrale de l'écologie du paysage est l'hétérogénéité, dépendant de la complexité paysagère (végétation et types d'occupations des sols), de l'échelle d'étude, mais aussi de l'observateur : l'agronome, le botaniste ou le biogéographe ne « liront » pas cette diversité d'une façon unique et au même niveau d'échelle. Des écologues comme Naveh et Lieberman[518], Forman et Godron[519] ont, dans les années 1980, largement contribué à définir cette « écologie du paysage », ainsi que la composition de son principal sujet : le paysage. Wiens[520], dans son ouvrage phare *Metapopulation Dynamics and Landscape Ecology* distingue ainsi trois courants historiques nés en Europe et en Amérique du Nord : une écologie synthétique et holiste, dans laquelle l'homme tient une place importante, une écologie classique, où le niveau d'organisation et l'échelle d'étude deviennent plus larges (c'est ici qu'est introduit le paysage) et, enfin, une écologie spatiale, qui étudie comment la structure et la dynamique des paysages hétérogènes influent sur les phénomènes écologiques, et réciproquement[521]. Le paysage tient donc une place prépondérante pour l'écologue, et peut être simplifié en trois grands types d'éléments, avec tout d'abord la « matrice », cet espace interstitiel qui n'est pas l'habitat favorable d'une espèce[522] (notion d'espace neutre, voire d'espace hostile), ni même l'habitat favorable aux espèces en général. À l'inverse, l'écologue parlera de « taches d'habitat » pour les espaces permettant l'accomplissement du cycle de vie d'une espèce, et de « corridors » pour les espaces permettant son déplacement entre deux taches. Notons que, selon les espèces, un même élément paysager pourra jouer le rôle de matrice, de tache d'habitat ou de corridor de déplacement. Clergeau nous dit ainsi qu'« une haie dense sera une barrière à la dispersion du chevreuil ou de certains diptères, un habitat pour le campagnol roussâtre et un corridor de déplacement entre deux bois pour l'écureuil. »[523]

La lumière artificielle perturbe l'alternance naturelle du jour et de la nuit au sein même des habitats de nombreuses espèces. Par cette perturbation des habitats, c'est toute la chronobiologie d'une multitude de taxons qui s'en trouve déréglée (cycles de repos/activité, de prédation, de reproduction, etc.), mais c'est également les structures et les dynamiques spatiales des populations qui sont impactées. Ainsi, la lumière peut rendre plus rugueux un corridor de déplacement pour certaines espèces, elle peut miter une tache d'habitat ; elle peut, enfin, constituer une véritable barrière aux déplacements pour les espèces les plus photophobes. Au regard des ses effets et impacts (première partie de ce travail), la lumière correspond bien à la définition d'une perturbation (ou dérangement,

[518] NAVEH Z. et LIEBERMAN A., 1984, *Landscape ecology : theory and application*. New York, Springer-Verlag.
[519] FORMAN R.T.T. et GODRON M., 1986, *Landscape Ecology*. New York, John Wiley and Sons.
[520] WIENS J.A., 1997, *Metapopulation dynamics and landscape ecology*. San Diego, Academic Press
[521] TURNER M.G., 1989. « Landscape ecology: the effect of pattern on process ». *Annual Review of Ecology and Systematics*, n° 20, p. 171-197.
[522] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée.
[523] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée, p. 18.

« *human disturbance* » dans la littérature anglo-saxonne) écologique donnée par Triplet et Schricke : constitue ainsi une perturbation « tout événement généré par l'activité humaine qui provoque une réaction de défense ou de fuite d'un animal, ou qui induit, directement ou non, une augmentation des risques de mortalité pour les individus de la population considérée ou, en période de reproduction, une diminution du succès reproducteur » [524].

Dans sa thèse axée sur les interactions homme/oiseaux, Nicolas Le Corre distingue l'effet de la perturbation (réaction, visible ou non, des animaux en présence de la source de perturbation), qui est neutre car seulement constaté, et ses impacts (immédiats ou différés spatialement et temporellement) qui, eux, sont la résultante d'effets répétés[525]. Nous pouvons rappeler ici quelques éléments liés à la lumière, dans ce continuum temporel et spatial entre effets et impacts : diminution du succès reproducteur, changement des caractéristiques des niches écologiques (distribution, abandon de niche, diminution de la capacité d'accueil), augmentation de la prédation chez certaines espèces, augmentation du stress, diminution du temps de prédation, du temps de repos, etc.

Une fragmentation multiscalaire des formes, structures et fonctions éco-paysagères

La notion d'échelle est centrale en écologie du paysage, et le cas de la lumière artificielle ne déroge pas à cette règle, bien au contraire (nous faisons ici référence au continuum source lumineuse ponctuelle, halo entourant cette source, halo d'agglomération, puis mise en réseau des empreintes lumineuses issues des agglomérations). L'échelle correspond à une fourchette de mesures et, dans la notion de paysage, elle définit également un niveau fonctionnel ayant des mécanismes propres[526]. Chaque espèce a ainsi une « échelle générale de vie » différente des autres espèces, mais chaque espèce « utilise » également plusieurs échelles selon les fonctions à accomplir. Pour illustrer ce propos, Clergeau nous donne l'exemple de l'emboitement des différentes échelles fonctionnelles d'un rapace migrateur :

> « Ainsi, le rapace qui migre à l'automne quitte sa région septentrionale pour aller dans une région méridionale passer l'hiver : l'échelle est ici celle du continent et les mécanismes en jeu sont essentiellement génétiques. On peut parler d'un niveau biogéographique continental. Quand il arrive dans la région d'hivernage, il choisit préférentiellement un paysage ouvert plutôt que la forêt profonde : l'échelle est ici celle du paysage et met en jeu des mécanismes propres aux caractères morphologiques de l'espèce (par exemple son envergure trop importante n'en fait pas une espèce forestière) ; on parle alors du niveau paysage. Enfin, quand il va chasser, il va plutôt sélectionner les herbages hauts : l'échelle est ici celle de la parcelle et met en jeux des mécanismes comportementaux d'expérience individuelle de l'oiseau ; on peut parler d'un dernier niveau de mécanismes correspondant au domaine vital de l'oiseau. »[527]

---

[524] TRIPLET P. et SCHRICKE V., 1998, « Les facteurs de dérangement des oiseaux d'eau : synthèse bibliographique des études abordant ce thème en France », *Bulletin mensuel de l'ONCFS*, n° 235, p. 20-27.

[525] LE CORRE N., 2009, Le dérangement de l'avifaune sur les sites naturels protégés de Bretagne : état des lieux, enjeux et réflexions autour d'un outil d'étude des interactions hommes/oiseaux. Thèse de géographie, soutenue le 2 septembre 2009 à l'Université de Bretagne Occidentale.

[526] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée, p. 20.

[527] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée, p. 20.

Echelles fonctionnelles emboitées, donc, mais également interdépendantes : les phénomènes appelant de grands espaces appellent également le temps long : le comportement migratoire du rapace fait appel à des mécanismes génétiques et demande l'espace continental, quand son comportement journalier de chasse nécessite l'espace de la parcelle. Pour autant, lors des chasses le long de sa route migratoire, le rapace impactera la population de rongeurs à échelle très fine. De même pour l'oiseau migrateur qui, dévié de sa route par les grands halos d'agglomérations, n'en sera pas moins obligé de se nourrir et, pour ce faire, de modifier ses habitudes de prédation s'il se trouve à devoir trouver sa nourriture en zone urbanisée où la lumière a appauvri la biodiversité. Les mécanismes à grande échelle ne sont donc pas déconnectés des mécanismes de petite échelle et, en matière de lumière, comme pour beaucoup d'autres perturbations, les solutions éventuelles ne peuvent être que d'application multiscalaire (figure 76).

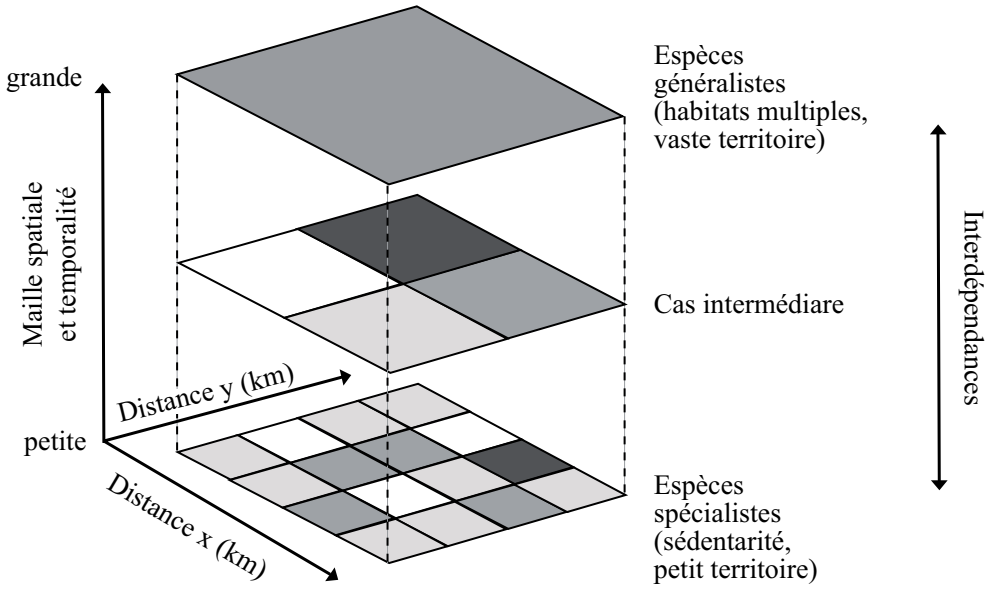


Figure 76 Des habitats, temporalités et interdépendances multiscalaires. Adapté de Gunnell[528], d'après Kolasa[529] et Turner *et al*[530].

Enfin, la théorie biogéographique de l'insularisation nous fournit des éléments pour appuyer une réduction globale de l'empreinte lumineuse. Cette théorie fondamentale de l'écologie du paysage soutient que la fragmentation des taches d'habitats par un altéragène – comme la lumière artificielle – ou encore la rupture de corridors de déplacement, amènent l'isolement physique ou génétique d'une population ou d'un groupe de populations sur un territoire. Bien sûr, ce phénomène peut être naturel, mais il est alors très lent et peut contribuer à la spéciation (apparition de nouvelles espèces, cas typique d'espèces n'existant que sur certains continents). Quand il est d'origine anthropique,

[528] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*, Paris, Armand Colin.

[529] KOLASA J., 1989, « Ecological Systems in Hierarchical Perspecitive : Breaks in Community Structure and Other Consequences », *Ecology*, n° 70, p. 36-47.

[530] TURNER M.G., GARDNER R.H. et O'NEILL R.V., 2001, *Landscape ecology in theory and practice : pattern and process*, New York, Springer.

l'adaptation des espèces ne se fait pas, et l'insularisation peut s'avérer fatale à certaines populations, voire à certaines espèces si celles-ci sont endémiques du territoire concerné. Différents modèles conceptuels ont schématisé l'effet de l'isolement des habitats ; ainsi du concept « source/puits » et du rôle des éléments de corridors permettant la dispersion des espèces les plus spécialisées géographiquement[531]. Cette connectivité par les corridors n'est pas toujours à considérer en termes de continuité absolue de l'objet paysager[532] et, là encore, elle intègre une très forte composante multiscalaire : les couloirs de migrations relient, sur de grandes distances, des taches d'habitat sans continuité spatiale et sont à considérer, à ce titre, comme de véritables corridors dématérialisés. Pour Clergeau, il s'agit donc avant tout de prendre en compte, pour chaque groupe d'espèces et à différentes échelles, le type de corridor utilisé, et d'arriver ainsi à mesurer une sorte de « perméabilité » de la matrice[533] qui sera fonction des éléments anthropiques de perturbations écologiques, comme l'est la lumière artificielle.

2.1.2.3 Renforcer la composante nocturne des corridors écologiques et de la TVB

Connectivité et continuité écologique, fondements des corridors et de la TVB

Nous avons rappelé la centralité de la notion d'échelle en écologie du paysage. Soulignons à nouveau que la lumière artificielle ne saurait échapper à cette « règle » écologique qui veut qu'à une échelle donnée du paysage corresponde une fourchette de mesures et, surtout, un niveau fonctionnel aux mécanismes propres[534]. Les mouvements des espèces, selon la « tâche » à effectuer (migration, peuplement, colonisation/recolonisation, mouvements journaliers de prédation, etc.), génèrent les différentes échelles spatiales et temporelles auxquelles il est nécessaire d'appréhender les problématiques bioécologiques. Cette théorie de la hiérarchie fournit, en outre, un outil puissant dans l'analyse et la compréhension des fonctionnements biologiques complexes, en interactions écosystémiques permanentes, ainsi qu'un outil pouvant accompagner les études d'impacts environnementaux. L'approche multiscalaire des effets et impacts de la lumière artificielle doit s'imposer, qui permettra ainsi de mieux intégrer dans les travaux les notions de connectivité et de continuité écologique aux différentes échelles d'un territoire. À l'extérieur de la ville, par exemple, la répartition relativement homogène sur le territoire des 46 Parcs Naturels Régionaux les place en position de taches d'habitats que des corridors noirs devraient ainsi relier (figure 77).

[531] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée.
[532] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée.
[533] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée.
[534] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée, p. 20.

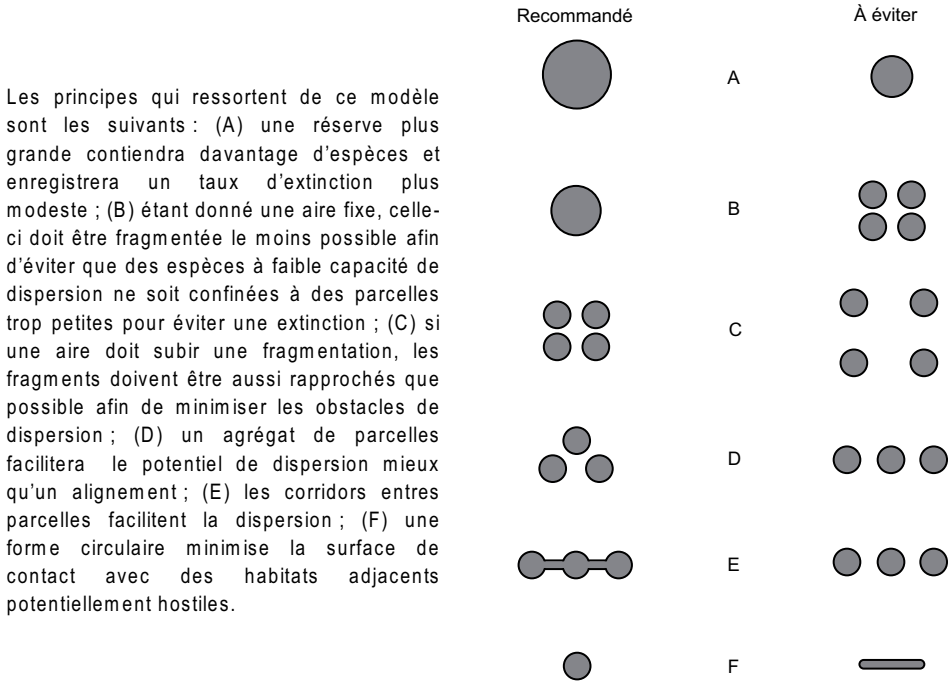


Figure 77 Mettre en relation les tâches d'habitats.
Gunnell[535], d'après Diamond[536], et Wilson et Willis[537].

Lorsque l'on parle de « taches d'habitats », de « corridors écologiques », notre imaginaire construit un paysage rural avant tout ; pourtant, ces éléments écologiques doivent trouver leur place *aussi* dans nos villes. Augmenter la biodiversité à l'intérieur des villes, en informant les citadins sur les enjeux liés à ce type de politique, voire en les y faisant participer, paraît primordial à un moment où l'urbain se trouve dévalorisé dans l'imaginaire collectif, et où – comme nous le rappelle Afaissa – une certaine littérature « antiurbaine » considère, sous la plume des éthiciens de l'environnement, « que la ville est la mère de tous les maux écologiques dont souffre la planète »[538]. Et Afaissa d'ajouter, après avoir rappelé les travaux de Light[539] ou de Wackernagel et Rees[540] sur l'empreinte « par tête », qu'« il conviendrait de s'interroger sur les conditions dans lesquelles le processus actuel de métropolisation et d'étalement urbain pourrait être dirigé de manière à satisfaire des exigences optimales de durabilité. »[541] La ville peut donc devenir un espace de conservation d'un niveau d'aménités non négligeable. En outre, les formes qui seront choisies dans les

[535] GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*, Paris, Armand Colin.

[536] DIAMOND J.M., 1975, « The island dilemma : lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves », *Biological Conservation*, vol. 7, n° 2, p. 129-146.

[537] WILSON E.O. et WILLIS E.O., 1975, « Applied biogeography : The design of nature reserves », CODY M.L. et DIAMOND J.M. (sous la dir. de), *Ecology and evolution of communities*, Cambridge, Harvard University Press, p. 522-534.

[538] AFAISSA H.-S., 2010, « La carpe et le lapin, éthique environnementale et pensée du milieu urbain », PAQUOT T. et YOUNES C. (sous la dir. de), *Philosophie de l'environnement et milieux urbains*. Paris, La Découverte, p. 56.

[539] LIGHT A., 2001, « The urban blind spot in environmental ethics », *Environmental Politics*, n° 10, p. 7-35.

[540] WACKERNAGEL M. et REES W., 1996 (1999), *Notre empreinte écologique. Comment réduire les conséquences de l'activité humaine sur la Terre*. Montréal, Écosociété.

[541] AFAISSA H.-S., 2010, « La carpe et le lapin, éthique environnementale et pensée du milieu urbain », PAQUOT T. et YOUNES C. (sous la dir. de), *Philosophie de l'environnement et milieux urbains*. Paris, La Découverte, p. 56.

années à venir pour l'éclairage urbain, ainsi que les trajectoires prises par son évolution, détermineront significativement les biodiversités à échelle plus vaste (locales, régionales), donnant tout son sens à l'application de continuité écologique en milieu urbain.

Selon Clergeau, « la mise en connexion de chemins creux, de haies ou de canaux qui permet les flux d'espèces animales et végétales est l'un de ces mécanismes fondamentaux nécessaires au maintien d'une biodiversité dans les territoires les plus complexes et pourquoi pas les plus anthropisés. »[542] Dans ces derniers, les notions de matrices, de taches d'habitats, d'insularisation et de corridors, loin de perdre leur sens, expriment les diverses occupations du sol et leur agencement spatial. Ainsi bâti, parking, toits forment une matrice presque totalement imperméable au développement des espèces et à leur mobilité ; aux interstices et dans les creux d'artificialité, des « îles d'habitat »[543] – parfois relativement vastes, comme dans le cas d'un parc, par exemple – perdurent. C'est là que doit intervenir la notion de connectivité écologique : atténuer l'isolement par la mise en place de corridors au sein de la matrice urbaine, liaisons qui aideraient au maintien de certaines espèces. L'outil qui, à l'heure actuelle, par sa récente reconnaissance législative suite au Grenelle de l'environnement[544], semble être le plus à même de répondre à ces préoccupations d'écologie urbaine, est certainement la « Trame Verte et Bleue » (TVB). Le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer présente ce maillage écologique comme l'outil permettant « de (re)constituer un réseau écologique cohérent qui permette aux espèces de circuler et d'interagir, et aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services. »[545] Le législateur vise ainsi « une logique de conservation dynamique de la biodiversité »[546], avec, pour la TVB, les objectifs suivants :

- « diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces ;
- identifier et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ;
- atteindre ou conserver le bon état écologique ou le bon potentiel des eaux de surface ;
- prendre en compte la biologie des espèces migratrices ;
- faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvage ;
- améliorer la qualité et la diversité des paysages ;
- permettre le déplacement des aires de répartition des espèces sauvages et des habitats naturels dans le contexte du changement climatique. »[547]

---

[542] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée, p. 85.

[543] BLONDEL J., 1995, *Biogéographie, approche écologique et évolutive*. Paris, Masson.

[544] Articles L. 371-1 à L. 371-6 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre III : Espaces naturels. Titre VII : Trame verte et trame bleue.

[545] Site Web du Grenelle de l'Environnement, consulté pour la dernière fois le 18 août 2010. URL : http://www.legrenelle-environnement.gouv.fr/spip.php?article1182

[546] Site Web du Grenelle de l'Environnement, consulté pour la dernière fois le 18 août 2010. URL : http://www.legrenelle-environnement.gouv.fr/spip.php?article1182

[547] Site Web du Grenelle de l'Environnement, consulté pour la dernière fois le 18 août 2010. URL : http://www.legrenelle-environnement.gouv.fr/spip.php?article1182

Il est à souligner qu'en milieu urbain, la TVB procure des avantages bien au-delà des « simples » considérations écologiques : elle est ainsi souvent en relation avec des enjeux récréatifs, de détentes, de liaisons vers l'extérieur de la ville utilisables par les modes doux de déplacement, comme c'est le cas pour les « coulées vertes ».

Des espaces à « plonger dans le noir »

À la lecture du Code de l'environnement, il apparaît cependant que la composante nocturne de cette trame écologique n'est pas directement prise en compte. Elle l'est si l'on relie les textes relatifs aux nuisances lumineuses à ceux instituant la TVB, mais il nous semble primordial de souligner que ces espaces, s'ils veulent remplir leurs objectifs énoncés ci-dessus, doivent constituer un réseau de nuit noire à l'extérieur mais aussi dans la ville, assurant ainsi un interfaçage à la perméabilité écologique optimale (figure 78). En effet, la grande majorité des espèces animales a une activité nocturne importante pour sa survie (reproduction, prédation, migration, etc.) et, les métabolismes réagissant aux durées d'éclairement (floraison, chant des oiseaux, quête de nourriture, rythme de ponte, reproduction, migration), la lumière artificielle introduite dans un milieu modifie ainsi les équilibres entre le prédateur et la proie (chauve-souris pipistrelle/papillon nocturne, faucon pèlerin/passereau migrateur), désoriente dans des proportions variables des oiseaux migrateurs (merles noirs, rouges-gorges, grives) et participe au déclin de certaines populations (oiseaux insectivores, batraciens, insectes, pétrels, macareux). La lumière artificielle serait ainsi devenue la deuxième cause d'extinction d'espèces d'insectes nocturnes, rompant de ce fait la chaîne alimentaire par la privation des espèces supérieures de leur nourriture. Les corridors écologiques se doivent donc d'intégrer fortement la composante nocturne s'ils veulent remplir de façon optimale leurs objectifs de conservation de la biodiversité.

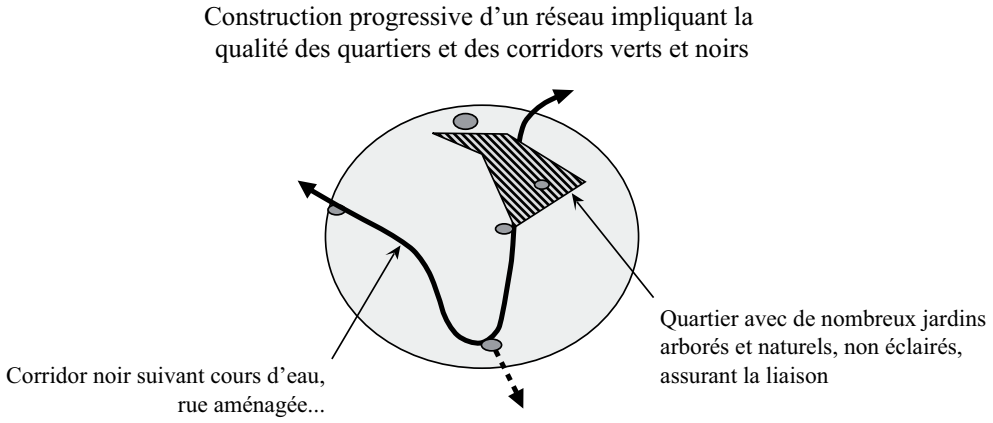


Figure 78 Développer, en milieu urbain, une Trame Verte, Bleue… et Noire. Adapté d'après Clergeau[548].

[548] CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Apogée.

> « Les gens passionnés n'ont pas toujours conscience lorsqu'ils font la démarche de rencontrer des responsables de service ou des élus que ceux-ci n'ont pas forcément le même intérêt que nous. […] On a du coup tendance à croire que n'entrant pas dans le champ de l'intérêt de leur passion, ils résistent, ne comprennent rien ou ne veulent pas comprendre, y sont même hostiles. Bref, on pense que pour ne pas trouver qu'un ciel étoilé, sans lumière artificielle, sans pollution lumineuse, c'est extraordinaire, il faut être vraiment nul ! »
>
> *État d'esprit*, intervention de Jean-Michel Lazou, de la Société Astronomique de France, au Congrès de Rodez. Octobre 1995

2.2 Conflits, réception et terrains d'entente possibles

Mouvements de résistance face à une périurbanisation croissante, débats sur les nuisances générées par d'anciennes ou de nouvelles infrastructures de productions industrielles, des infrastructures de transport d'énergie, luttes pour la conservation des espaces naturels, de leur biodiversité ou des paysages face à des pollutions multiples. Autant de mécanismes de tensions et de conflits liés à différents usages des espaces. Usages difficilement conciliables, et ce d'autant plus que la proximité géographique est forte entre des utilisations résidentielles, de production, de récréation ainsi que de préservation de la nature (Kirat et Torre, 2008). Les imbrications spatiales, mais aussi temporelles, de plus en plus fortes entre ces fonctions donnent ainsi naissance à différentes tensions ou conflits déclarés de voisinage. C'est notamment le cas en matière environnementale, et les acteurs de « la lutte contre la pollution lumineuse » ne dérogent pas à la « règle », sachant pertinemment que, s'ils n'entraient pas en conflit, l'accès à la table des négociations leur serait, dans la plupart des cas, fermement refusé.

Kirat et Torre[549] soulignent que la littérature analysant les conflits et leurs modes de gestion est abondante en sciences humaines et sociales, et les apports récents éclairent le chercheur sur la multifonctionnalité des espaces, sur les processus de débat public liés aux grands projets d'aménagement modifiant des cadres de vie, ou encore sur les différentes procédures de gestion concertée des usages de l'espace. Les mêmes auteurs dressent ainsi une liste d'évolutions qu'ils pensent significatives des conflits liés aux mutations territoriales.

[549] KIRAT T. et TORRE A., 2008, *Territoires de conflits*. Paris, éditions l'Harmattan.

> « La multiplication des confrontations entre les rationalités des acteurs individuels, collectifs ou institutionnels (usagers des espaces, représentants des intérêts mis en jeu, gestionnaires des espaces, collectivités territoriales et administrations publiques, etc.) concernant les localisations des activités ou infrastructures susceptibles de créer des nuisances, de dévaloriser le foncier bâti ou non bâti ou de modifier des paysages et des espaces naturels.
> La montée des expressions et revendications locales, qui traduisent la prise de parole de catégories de populations jusqu'alors absentes du débat public (riverains, défenseurs de la nature, entreprises…) sur les questions d'aménagement de l'espace. Des expressions locales relayées par des groupes de pression, au premier rang desquels les associations, dont le nombre est sans cesse croissant et les compétences en matière d'expertise souvent clairement établies.
>
> La transformation des cadres réglementaires et administratifs de l'allocation des sols aux différents usages (productif, résidentiel, récréatif, de préservation), par exemple au regard des règles et documents d'urbanisme et des dispositifs de programmation de l'aménagement de l'espace, sans omettre les règles de droit communautaire comme les directives portant sur l'environnement, la qualité des eaux, les zones naturelles, etc.
>
> La mise en débat des usages légitimes des espaces et la montée en puissance des difficultés de l'élaboration des choix publics en présence d'intérêts contradictoires. En bref, les différentes procédures de négociation ou de concertation au niveau local, ainsi que les dispositifs qui les permettent.
>
> De manière plus générale, la complexification des modes de gestion publique ou privée des conflits, qui pose la question de l'articulation entre ces deux sphères au niveau local et de la cohérence de l'action publique à l'échelle d'un territoire, par exemple en matière agricole et d'urbanisme. »[550]

Si la « tragédie des Communaux »[551] nous rappelle que les conflits directement liés à des utilisations concurrentes d'un espace ont une existence ancienne, les évolutions récentes, du point de vue démographique et des modes de vie (périurbanisation, étalement urbain, etc.), ont entrainé une multiplication des occasions d'usages différenciés de l'espace[552]. Les conflits évoluent, allant ainsi vers une territorialisation de plus en plus marquée, notamment pour ce qui est des conflits d'usage des espaces et des ressources naturelles. Cette territorialisation croissante se rattache par exemple à la mise en œuvre de projets pouvant êtres générateurs de nuisances ou de pollutions, à la discussion autour des projets d'aménagements, ou bien encore à la valeur intrinsèque de certains espaces « naturels » ou étant, pour certaines personnes, « à protéger ». Ces conflits d'usage concernent donc énormément de domaines recouvrant des thématiques hétérogènes et variées (accessibilité à une ressource, aménagements, pollutions, nuisances, etc.) ; une meilleure caractérisation apparaît, dès lors, nécessaire. Une étude du Commissariat Général au Plan les définit ainsi :

---

[550] KIRAT T. et TORRE A., 2008, *Territoires de conflits*. Paris, éditions l'Harmattan, p. 12.
[551] HARDIN G., 1968, « The tragedy of the commons », *Science*, n° 162, p. 1243-1248
[552] BEAURAIN C. et MAILLEFERT M., 2008, « Conflits d'usage et action collective locale autour de la qualité de l'air », *Territoires de conflits*, sous la direction de KIRAT T. et TORRE A. Paris, éditions l'Harmattan, p. 141-164.

> « Les conflits d'usage mettent aux prises des individus entre eux ou des individus et un groupe plus large. Ils peuvent être provoqués par la coexistence dans un même lieu d'activités identiques ou différentes ou par des projets d'implantation de ces activités. Ils ont souvent pour cause immédiate la concurrence pour l'utilisation d'une ressource, l'accès à cette ressource ou à une voie de communication (chemin, sentier) et enfin l'altération de la qualité de la ressource par pollution ou destruction (air, eau, diversité biologique, cadre de vie, paysage) par différentes nuisances (sonores, olfactives, visuelles).
> On constate l'existence d'un conflit à partir du moment où l'opposition entre parties se manifeste sous une forme quelconque telle que des plaintes orales, plaintes écrites, altercations physiques, pétitions, campagnes de presse et publications diverses, la constitution ou le rattachement à un groupe de pression, des actes de malveillance, les manifestations ou encore l'assignation en justice. Les conflits d'usage cristallisent sur l'utilisation du sol des insatisfactions individuelles et des tensions qui ont parfois d'autres origines. Ils expriment des divergences d'intérêts mais aussi des différences d'identités professionnelles et territoriales. »[553]

2.2.1 Des conflits d'usage et de voisinage autour du nocturne ?

La question de l'utilisation d'une ressource, d'un bien *a priori* commun mais exposé à des externalités procédant d'usages rivaux, comme l'est le nocturne, est donc bien au cœur des conflits d'usage. Souvent, des intérêts individuels et donc conflictuels s'opposent à l'intérêt général lié à l'existence de la ressource ou du bien en commun. Mais il est à noter que, dans le cas de la pollution lumineuse, le paradigme a tendance à être renversé, pour causes d'ancrage social fort de la dualité lumière/obscurité et de manque ou de dissymétrie d'informations quant aux impacts négatifs de l'éclairage artificiel. Ainsi, l'intérêt général voit comme apport, comme bien la lumière plus que le nocturne, et ce sont alors « les intérêts de quelques astronomes amateurs » qui apparaissent comme les intérêts individuels conflictuels.

C'est bien un changement dans la géographie des empreintes lumineuses (leur élargissement horizontal et vertical), et donc un changement dans les relations de voisinage et une question de gestion des usages des territoires, qui est à l'origine de la saisie du bien « ciel noir » par les astronomes puis, aujourd'hui, par les associations environnementales. Pour l'ANPCEN, la conflictualité s'avère souvent être la seule possibilité d'accès à une certaine concertation sur les problématiques d'éclairage. Ainsi, un schéma se dégage depuis la création de l'association, qu'il convient d'analyser et qui consiste en des allers-retours incessants entre l'échelle locale (initiation ou insertion dans des conflits locaux) et l'échelle globale (argumentation environnementale globale, montée en généralité à partir de la masse de conflits locaux, visées législatives et normatives au niveau national).

---

[553] GUERIN M., 2005, *Conflits d'usage à l'horizon 2020*. Commissariat Général eu Plan, groupe Manon, Mai, p. 16. Cité par BEAURAIN C. et MAILLEFERT M., 2008, « Conflits d'usage et action collective locale autour de la qualité de l'air », *Territoires de conflits*, sous la direction de KIRAT T. et TORRE A. Paris, éditions l'Harmattan, p. 142.

2.2.1.1 Les options économiques d'interprétation des conflits

L'approche par les externalités

Les conflits autour de la lumière artificielle renvoient donc dos à dos des préférences, individuelles et collectives, sur l'allocation des « espaces de la lumière » et sur l'usage (ou bien, justement, le non-usage) d'un actif naturel – la nuit – nécessaire à la vision d'un « nouveau » bien environnemental : le ciel nocturne. La montée en puissance des externalités générées par l'éclairage artificiel (étalement géographique et augmentation de l'intensité générale des halos lumineux) a ainsi, d'année en année, renforcé les antagonismes entre acteurs de l'éclairage et utilisateur du ciel nocturne.

L'approche économique par les externalités négatives peut être utilisée dans l'étude des conflits, notamment de ceux nés autour de pollutions. L'exemple d'usines installées au bord d'un lac, y déversant des déchets qui détériorent la qualité de l'eau, et donc exerçant une externalité négative sur les riverains du lac qui se nourrissent de leur pêche ou utilisent le lac pour leurs activités récréatives constitue un cas d'école, et montre que la proximité spatiale est très souvent une condition d'apparition de l'externalité, celle-ci étant toujours définie au regard du couple émetteur/récepteur. L'approche économique voit alors la résolution des tensions ou du conflit dans l'internalisation des externalités, soit par l'interventionnisme (approche pigouvienne), soit par marchandage bilatéral (approche coasienne).

L'analyse pigouvienne pour la résolution des externalités

Dans la logique de l'économie du bien-être[554] – et donc de cette approche par les externalités des défaillances du marché –, l'instauration d'une taxation de l'activité émettrice de pollution, donc génératrice de l'externalité négative, doit permettre le retour à l'optimum souhaité par la collectivité. Inversement, en présence d'une externalité positive (contribution des réserves naturelles à la biodiversité, à la qualité paysagère, par exemple), le niveau de production socialement optimal sera atteint grâce à l'aide par subventionnement. Dales[555] ajoutera à ce couple taxation/subventionnement le système des permis de pollution négociables, comme réponse à la détermination du montant de taxation le plus efficace : Dales entend substituer à la régulation par les prix (l'agent régulateur fixe le prix de la pollution par l'entremise de la taxe) une régulation par les quantités (l'agent régulateur fixe le niveau global d'émission admissible, celui-ci est divisé en quotas alloués aux émetteurs, et le marché de quotas fixe le prix de la pollution). Nombre d'auteurs considèrent cependant que les droits à polluer sont, en substance, assimilables à une taxe.

---

[554] PIGOU A.C., 1920 (1932), *The Economics of Welfare*. London, éditions Macmillan and Co.
Édition de 1932 consultable en ligne, Library of Economics and Liberty, dernière consultation le 11 août 2010.
URL : http://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW.html

[555] DALES J.H., 1968, *Pollution Property and Prices. An essay in Policy Making and Economics*. Toronto, éditions University of Toronto Press.

Une des difficultés d'application des principes pigouviens à certains types de pollutions est la détermination de ce que nous avons appelé « l'optimum souhaité par la collectivité ». Le positionnement de l'optimum de pollution dépend en effet de la valeur que la collectivité attribue à ce qui est perdu, dégradé, pollué. Ainsi, concernant la lumière, un certain niveau de pollution est utile (voir les fonctions « consensuelles » de la lumière artificielle en Première Partie de ce travail), mais le problème de l'évaluation de cette quantité acceptable d'externalité est délicat. Quelle est la valeur exacte du nocturne pour la santé humaine, pour l'organisation des biotopes, ou encore pour la biodiversité ? Quelle valeur donner à l'objet « ciel noir » en contrepartie de son utilité récréative, scientifique, artistique ou philosophique ?

Différentes méthodes d'évaluation – dites « indirectes » – des biens environnementaux hors marché ont été développées par les économistes. Il ne s'agit pas ici de les développer outre mesure et encore moins d'en discuter la pertinence, cela faisant l'objet de nombreux travaux en science économique, mais plutôt de souligner l'impossible application directe et satisfaisante à la quantification des apports du noir et du ciel noir. Si la quantification du consentement des astronomes à payer les déplacements induits par la dégradation de l'accessibilité à l'objet « ciel noir » est envisageable, elle ne fournira pas pour autant une valeur satisfaisante du nocturne dans son ensemble.

L'impossible « appropriation coasienne » du ciel

La théorie économique apporte classiquement une autre solution aux questions de résolution des conflits d'usage liés aux proximités spatiales : la question des conflits d'externalités négatives de proximité est ainsi souvent appréhendée en termes de marchandage coasien, en termes d'appropriation du bien ou de l'espace par une des parties. Dans son article *The problem of social cost*[556], Coase soumet différents exemples de conflits d'usage et évoque ainsi les notions de nuisance, de pollution, de responsabilité pour dommages, de déficiences de la réglementation publique, de système de prix ou de taxation. Pour Coase, le problème posé par les pollutions et nuisances doit être formulé dans les termes d'un problème d'allocation de droits de propriété, de droits d'usage[557]. Son objectif est de démontrer l'existence d'une solution alternative à la réglementation et à la taxation pigouvienne (qui consiste, elle, en l'internalisation des coûts marginaux sociaux des activités économiques, et dont le principe pollueur/payeur découle) comme mécanismes de correction des externalités, solution librement négociée entre les différentes parties. Ce « marchandage » privé consiste soit en un dédommagement du pollué par le pollueur, soit en un versement compensatoire du pollué au pollueur en échange d'une réduction de la pollution. Cette solution aux externalités est réalisée, en somme, par

[556] COASE R., 1960, « The problem of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, n° 44.
[557] COASE R., 1960, « The problem of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, n° 44.

l'échange de droits à exercer une activité ou à jouir d'une ressource[558], et donc par une forme d'approriation, que Facchini résume ainsi :

> « L'individu gêné peut toujours prendre le contrôle de la source du désagrément en achetant le bien qui le supporte. Ainsi, l'achat d'un vaste territoire permet de se protéger des nuisances sonores, des pollutions visuelles ; de la pollution de l'eau et de l'air et de la destruction de la faune et de la flore »[559]

Kirat et Melot soulignent cependant qu'« une hypothèse implicite, souvent méconnue, est retenue par Coase : il considère que les parties en conflit, faisant un usage légitime de leur droit de propriété, sont dotées de droits substantiels égaux. »[560] De ce fait, Coase efface – entre autres – les coûts de transactions, les possibilités de droits inégaux, de dissymétries informationnelles entre agents, de hiérarchies de positions entre ceux-ci ou encore de différences de cultures face à une même ressource, comme c'est le cas pour les conflits autour du noir et du ciel nocturne :

> « Outre que cette analyse fait absolument l'impasse sur les effets 'revenu' et la question de la justice distributive, elle relève d'une vision désincarnée et irréaliste des modes de règlement des effets externes. Elle neutralise aussi bien le poids des appareils institutionnels que les règles relatives à l'occupation de l'espace.
>
> En définitive, la théorie des droits de propriété exclut trois phénomènes empiriquement repérables :
>
> - l'existence de droits d'action en justice, détachés des droits substantiels, qui permet à des acteurs non propriétaires, voire extérieurs au territoire d'un conflit, de saisir un tribunal,
> - la hiérarchie dans les droits et les positions qui s'affrontent,
> - l'action collective dans la contestation d'usages des espaces et de leurs attributs. »[561]

Torre et Caron montrent que « la compensation monétaire des victimes […] existe rarement dans les faits, y compris lorsque ces dernières recourent aux tribunaux[562]. Les résultats […] de terrain montrent, en effet, que les acteurs préfèrent, au contraire,

---

[558] KIRAT T. et MELOT R., 2006, « Du réalisme dans l'analyse économique des conflits d'usage : les enseignements de l'étude du contentieux dans trois départements français (Isère, Loire-Atlantique, Seine-Maritime). », *Développement durable et territoires* [En ligne], *Dossier 7 : Proximité et environnement*, mis en ligne le 10 mai 2006. Dernière consultation le 09 août 2010. URL : http://developpementdurable.revues.org/index2574.html

[559] FACCHINI F., 1997, « Gestion des externalités, droit de propriété et responsabilité civile », *Economie Appliquée*, tome L., n°4, p. 97-125, p. 115.

[560] KIRAT T. et MELOT R., 2006, « Du réalisme dans l'analyse économique des conflits d'usage : les enseignements de l'étude du contentieux dans trois départements français (Isère, Loire-Atlantique, Seine-Maritime). », *Développement durable et territoires* [En ligne], *Dossier 7 : Proximité et environnement*, mis en ligne le 10 mai 2006. Dernière consultation le 09 août 2010. URL : http://developpementdurable.revues.org/index2574.html

[561] KIRAT T. et MELOT R., 2006, « Du réalisme dans l'analyse économique des conflits d'usage : les enseignements de l'étude du contentieux dans trois départements français (Isère, Loire-Atlantique, Seine-Maritime). », *Développement durable et territoires* [En ligne], *Dossier 7 : Proximité et environnement*, mis en ligne le 10 mai 2006. Dernière consultation le 09 août 2010. URL : http://developpementdurable.revues.org/index2574.html

[562] JEANNEAUX et KIRAT, 2005, « Proximité, droit et conflits d'usage. Que nous apprend le contentieux judiciaire et administratif sur les dynamiqyes territoriales ? », *Économie et Institutions*, n° 6-7, p. 221-247.

s'engager dans le conflit de manière préventive[563]. Plutôt que de bénéficier d'un hypothétique dédommagement monétaire, ils cherchent à défendre l'intégrité de leur cadre de vie. » [564]

De plus, et sans même rentrer dans l'analyse approfondie de l'applicabilité de l'appropriation coasienne dans d'autres types de conflits environnementaux, nous voyons que le conflit autour de l'objet ciel noir ne peut se résoudre par l'appropriation, par échange ou par achat, du bien support de l'externalité : le ciel n'étant pas un bien appropriable, excludable, la seule solution offerte à ses défenseurs est la conflictualité avec les acteurs à l'origine de l'externalité, et ce afin d'accéder à la négociation.

Autour du noir : des conflits dans la veine de l'approche hirschmanienne

Torre et Caron montrent que la conflictualité d'usage et de voisinage peut être analysée à travers une solution alternative aux deux modes de résolution des externalités donnés ci-dessus[565] : l'approche développée par Hirschman[566], avec son trio d'issues à des tensions (*loyalty*, *exit* et *voice*), peut ainsi être mobilisée pour la compréhension des comportements d'acteurs localement contraints. Selon Hirschman, trois cas d'issues à des tensions sont donc identifiables :

- la solution de *loyalty*, qui consiste à se soumettre aux décisions prises. Dans le cadre de la résolution de tensions ou d'un conflit, il s'agira par exemple de se conformer à des décisions de justice, ou à des options hiérarchiquement ou démocratiquement définies (ce qui n'entraine pas forcément l'abandon des revendications mais, si celles-ci persistent chez un acteur, celui-ci tentera à nouveau de les porter par les voies institutionnelles) ;
- la solution d'*exit*, qui consiste à abandonner le « terrain » au profit de l'adversaire. Cet abandon peut être géographique (« vote avec les pieds »[567] : délocalisation résidentielle, migration, etc.), mais aussi idéologique (abandon total des revendications, résignation) ;

---

[563] KIRAT T. et TORRE A., 2004, *Modalités d'émergence et procédures de résolution des conflits d'usage autour de l'espace et des ressources naturelle. Analyse dans les espaces ruraux*, Rapport de recherche, programme Environnement, Vie, Sociétés du CNRS : Territoires, Environnement et nouveaux modes de gestion : la "gouvernance" en question, décembre. Sous la direction de KIRAT T. et TORRE A. Cité par TORRE A. et CARON A., 2005.
URL : http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/conflit_environnemental/comtorrecaron.pdf
TORRE A. et AZNAR O., 2005, *Une analyse des modalités de résolution des tensions liées aux différents usages des espaces ruraux*, Rapport final du projet 2.8., Programme de recherche Pour et Sur le Développement Régional, INRA DADP Rhône-Alpes 2, « Territoires, Acteurs, Agriculteurs en Rhône-Alpes », Septembre. Cité par TORRE A. et CARON A., 2005.

[564] TORRE A. et CARON A., 2005, « Réflexions sur les dimensions négatives de la proximité: le cas des conflits d'usage et de voisinage », *Économie et institutions*, museum.agropolis.fr, p. 5. Consultable en ligne, dernière consultation le 11 août 2010. URL : http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/conflit_environnemental/comtorrecaron.pdf

[565] TORRE A. et CARON A., 2005, « Réflexions sur les dimensions négatives de la proximité: le cas des conflits d'usage et de voisinage », *Économie et institutions*, museum.agropolis.fr, p. 5. Consultable en ligne, dernière consultation le 11 août 2010. URL : http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/conflit_environnemental/comtorrecaron.pdf

[566] HIRSCHMAN A.O., 1970, *Exit, Voice, and Loyalty. Responses to decline in firms, organizations, and states*. Éditions Harvard University Press.
HIRSCHMAN A.O., 1995, *Défection et prise de parole*. Paris, éditions Fayard.

[567] TIEBOUT C.M., 1956, « A pure theory of local expenditures », *Journal of Political Economy*, n° 6, p. 416-424.

- la solution de *voice*, qui consiste à s'opposer de façon légale ou illégale aux décisions prises, et donc à contester en engageant la conflictualité.

Les nuisances lumineuses sur les pratiques de l'astronomie ont ainsi engendré deux comportements distincts. Le premier concerne les grandes infrastructures professionnelles d'observations qui, elles, ont choisi l'*exit* dans des lieux où l'accessibilité au ciel noir est moins dégradée, et où les conditions météorologiques sont plus favorables à leurs activités. Les amateurs, eux, ne pouvant pour la plupart délocaliser leur pratique régulière de l'astronomie, ont donc choisi la solution de *voice*, souvent par l'intermédiaire de la presse locale et du contact avec les élus locaux, pour s'opposer aux pratiques et aux politiques d'éclairage et proposer des méthodes de réduction des nuisances et pollutions lumineuses. Dès sa création – car c'était bien là son but principal –, l'ANPCEN a eu pour principal objectif d'engager la conflictualité autour de la lumière artificielle par le biais de l'information, de la publication, de la prise de contacts avec les élus et les professionnels de l'éclairage, du soutien aux actions et conflits locaux, le tout afin d'arriver à des concertations locales et d'opérer une montée en généralité visant à légitimer son combat au niveau national, auprès du politique et du législateur.

2.2.1.2 Les oppositions aux propositions de l'ANPCEN

Pour l'AFE et certains industriels, une remise en cause grave de leur expertise

La principale opposition institutionnelle à l'argumentaire et aux propositions faites aujourd'hui par l'ANPCEN reste l'Association Française d'Éclairage, qui voit dans les actions menées par les défenseurs du nocturne une remise en cause de son expertise. Les différents entretiens informels que nous avons pu avoir avec des représentants de l'AFE lors des rencontres LumiVille à Lyon (2007 et 2008), ont très rapidement révélé cette position consistant à ne pas « prendre au sérieux » les arguments de l'ANPCEN (« À ce jour, aucune incidence supposée sur l'écosystème n'a été démontrée »[568]), et encore moins les propositions faites par cette association depuis maintenant plusieurs années quant à la réduction des niveaux d'éclairement, du coefficient d'uniformité, du défilement des optiques des luminaires, etc. L'appellation même de « pollution lumineuse » est continuellement remise en cause par l'AFE, pour qui « une pollution concerne simultanément les hommes, les animaux, les végétaux, là où elle se produit et son traitement ne peut être que long et unique comme celui de toutes les pollutions telles que celles de l'air ou de l'eau, par exemple. […] Dès que la lumière cesse, ses nuisances éventuelles disparaissent. »[569] L'AFE s'oppose également fortement aux extinctions de l'éclairage public à certaines heures de la nuit (prônées dans certains cas par l'ANPCEN et qui sont de plus en plus demandées – en général par les petites communes rurales – depuis que la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies a rappelé qu'aucun

[568] AFE, 2010, « Éclairage public, Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées ». *Lux, la revue de l'éclairage*. Tiré à part, p. 4.

[569] AFE, 2010, « Éclairage public, Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées ». *Lux, la revue de l'éclairage*. Tiré à part, p. 2.

texte législatif ne faisait référence à une quelconque obligation, pour les communes, d'éclairer), préférant inciter les communes à « relamper », voire à reconsidérer totalement leur parc d'éclairage :

> « Avant d'avoir recours à l'extinction totale aux heures avancées de la nuit ou à la variation de puissance aux mêmes heures, y a-t-il, aujourd'hui, un potentiel important d'économie d'énergie sur les éclairages extérieurs ?
> Oui – 30 % du parc français d'éclairage extérieur est encore équipé de luminaires pour lampes à mercure haute pression, dont l'efficacité est de 50 lm/W et dont le facteur d'utilisation est de l'ordre de 0,3. Le remplacement de ces appareils par des luminaires hermétiques IP 65 et plus, pour lampe claire SHP, Cosmowhite ou iodure céramique d'efficacité lumineuse ≥ 80 lm/W et dont le facteur d'utilisation est de l'ordre de 0,38, permet une économie d'énergie de l'ordre de 40 %. La reprise complète de l'installation (remplacement des câbles usagés et des supports) doit permettre jusqu'à 70 % d'économies d'énergie par reconsidération des hauteurs de feux et des espacements entre supports À cela s'ajoute la meilleure maîtrise des niveaux d'éclairement, en fonction des tâches visuelles à accomplir. »[570]

Aux côtés de l'AFE, de nombreux industriels de l'éclairage s'opposent également à l'ANPCEN, sans pour autant avoir une réelle connaissance de leurs actions locales, ni même parfois de leur argumentaire. Le fait même que la lumière puisse constituer une pollution est, à leurs yeux, très mal perçu ; la confusion est ainsi fréquente entre la pollution atmosphérique (augmentation atmosphérique d'origine anthropique de la teneur en aérosols, comme les fumées noires par exemple) qui amplifie inéluctablement les halos lumineux, et les effets directs de la lumière sur l'environnement (attraction, répulsion, troubles comportementaux, etc.) qui, eux, subsistent en présence d'une atmosphère non polluée. Néanmoins, nous avons également pu rencontrer (au cours d'entretiens et, parfois, par des visites d'usines et de bureaux de conception) différents constructeurs ayant pris la voie de la fabrication de matériels moins polluants, comprenant parfaitement la problématique, et sachant y voir des opportunités de recherche et développement et de modernisation d'une partie importante du parc d'éclairage public.

2.2.1.3 Les logiques territoriales des conflits autour de la lumière

Des conflits réellement ancrés dans le territoire

Les chercheurs travaillant sur la conflictualité définissent les conflits d'usage et de voisinage comme étant « une opposition marquée par un engagement entre deux ou plusieurs parties prenantes (les acteurs du conflit), au sujet d'éléments matériels locaux. Ces oppositions manifestent aussi bien des caractéristiques locales liées aux dimensions spatiales que des caractéristiques sociales et économiques liées aux territoires sur lesquels ils se déroulent. Les conflits d'usage de l'espace sont le résultat des insatisfactions d'une partie de la

[570] AFE, 2010, « Éclairage public, Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées ». *Lux, la revue de l'éclairage*. Tiré à part, p. 6.

population quant à des actions entreprises ou projetées par leurs voisins, par des institutions privées ou par les pouvoirs publics. Ils sont le révélateur des innovations en cours dans les territoires et des résistances qu'elles suscitent, ainsi que le ferment de nouvelles phases de novation. »[571]

Les conflits nés de l'éclairage artificiel nocturne entrent donc dans le champ de la définition du conflit, et plus spécialement du conflit d'usage et de voisinage, donnée par Torre *et al*. L'*exit* n'étant pas possible pour la pratique d'une activité de loisir, et les enjeux dépassant cette seule activité, l'engagement dans le processus conflictuel est très rapidement devenu la seule opportunité de prise de parole pour des acteurs s'étant souvent sentis – jusqu'à leur meilleure considération durant et à la suite le Grenelle de l'Environnement – négligés par les structures de gouvernance ou les arbitrages rendus autour de l'éclairage.

L'inscription dans le territoire est forte pour les conflits entourant l'éclairage artificiel. Elle se concrétise suivant deux modes et échelles privilégiés : soit au travers d'un bien matériel ponctuel (particulier s'opposant, pour cause d'éclairage intrusif, à l'éclairage d'une enseigne, d'une façade, etc.), soit à propos des biens supports immatériels que sont le ciel et l'environnement nocturnes. Ces conflits s'inscrivent dans un cadre institutionnel, étant déterminés à la fois par les jeux des instances locales et supra-locales et par les règles qu'elles introduisent (dimensions juridiques et réglementaires et participations des institutions à la vie locale). Enfin, la matérialité des actes – réalisés ou anticipés – qui sont à l'origine des conflits est forte. Les oppositions des astronomes amateurs ou des associations de défense du nocturne se réfèrent à des objets concrets (la mise en lumière d'une place, l'implantation de nouveaux luminaires, etc.), à des actes techniques en cours ou à venir (recherche d'informations et sensibilisation de l'élu quant à l'éclairage lors de la construction d'un nouveau lotissement par un promoteur, d'une nouvelle voirie, etc.), et se traduisent par des actions concrètes (courriers, prise de rendez-vous, rencontre(s), diffusion d'information afin de faire connaître la position et les recommandations de l'association, etc.).

En-dehors de ces conflits « du quotidien », de ces actions menées de façon quasi systématique dans les départements pourvus d'un correspondant local de l'ANPCEN, la mobilisation peut être parfois plus massive et plus visible lorsqu'il s'agit de « sauvegarder » un lieu symbolique, que ce soit pour l'astronomie (un site d'observation fréquenté par de nombreux amateurs d'une région – comme ce fût le cas pour le « Champ du Feu » en Alsace –, ou un observatoire amateur ou professionnel), pour l'aspect écologique (mobilisation suite à la mise en lumière des falaises des « Pénitents des Mées » dans les Alpes de Haute Provence), ou bien encore pour l'aspect symbolique du lieu (éclairage envisagé de la Meije dans le massif des Écrins, symbole fort de naturalité) ou de l'action

[571] TORRE A., MELOT R., BOSSUET L., CADORET A., CARON A., DARLY S., JEANNEAUX P., KIRAT T. et PHAM H.V., 2010, « Comment évaluer et mesurer la conflictualité liée aux usages de l'espace ? Eléments de méthode et de repérage », VertigO – La revue en sciences de l'environnement, vol. 10, n° 1, p. 3. Article en ligne, dernière consultation le 11 août 2010, URL : http://vertigo.revues.org/9590

(arrêt, en 2007 et sous la pression de l'ANPCN accompagnée de la LPO, d'un projet de faisceau lumineux bleu-blanc-rouge au dessus de Marseille, initialement prévu pour être visible à 50 km).

Les grands traits de l'engagement conflictuel autour de la lumière

L'engagement conflictuel est ici marqué par quelques grands modes d'actions, par ailleurs fréquemment rencontrés dans la conflictualité d'usage de l'espace et de voisinage tels que définis par de nombreux chercheurs de cette thématique[572]. Tout d'abord, la publicisation : les différends sont ainsi portés devant des instances publiques, souvent par voie de courriers, pour demander l'intervention d'un représentant de la puissance publique afin de faire modifier la source d'un éclairage intrusif, par exemple.

La médiatisation est également très forte : le recours aux différentes formes institutionnelles de médias est fréquent, depuis les « alliés historiques » que sont la presse magazine d'astronomie et la presse quotidienne régionale, jusqu'aux médias nationaux mobilisés pour des actions développées au niveau national par l'ANPCEN, entre autres (« Jour de la Nuit », concours « Villes et villages étoilés » avec le soutien de l'Association des Maires de France), ou lors de faits marquant l'opinion publique (reportages consacrés à la pollution lumineuse, cette « nouvelle venue », lors du Grenelle de l'Environnement, médiatisation de la thématique lors de la décision d'extinction de l'éclairage d'autoroute en région parisienne, etc.).

La confrontation verbale est également mise en œuvre, dans le but de « faire entendre » l'argumentaire, mais également d'aller chercher les informations (projets en cours, à l'étude, évolutions technologiques, évolutions des pratiques, etc.) directement auprès des élus et des professionnels. Les membres de l'ANPCEN, notamment les correspondants locaux, prennent ainsi régulièrement la parole lors de réunions publiques en présence des élus locaux, ou bien encore lors de manifestation plus spécialisées, où ils peuvent côtoyer l'ensemble des acteurs institutionnels de l'éclairage (colloques organisés par l'association LUCI durant la fête des Lumières à Lyon, conférences durant le salon LumiVille, etc.).

Contrairement à de nombreux conflits, le recours en justice, qui demande d'autres formes d'investissements que ceux rencontrés dans le milieu associatif est, lui, quasiment inexploité par l'ANPCEN. Tout au plus a-t-elle accompagnée quelques actions très localisées et d'initiatives personnelles (et parfois nées de préoccupations de type NIMBY liées à la lumière intrusive, sans aucun lien avec une quelconque revendication d'ordre général quant au ciel et à l'environnement nocturnes), fournissant des informations servant l'argumentaire de l'attaquant, et espérant voir naître du jugement une jurisprudence.

[572] Entre autres : TORRE A., MELOT R., BOSSUET L., CADORET A., CARON A., DARLY S., JEANNEAUX P., KIRAT T. et PHAM H.V., 2010, « Comment évaluer et mesurer la conflictualité liée aux usages de l'espace ? Eléments de méthode et de repérage », VertigO – La revue en sciences de l'environnement, vol. 10, n° 1, p. 3. Article en ligne, dernière consultation le 11 août 2010, URL : http://vertigo.revues.org/9590

Du local au général, ou la montée vers un traitement national

L'organisation de l'ANPCEN en réseau de correspondants locaux lui permet la saisie en nombre de conflits locaux initiés par ses adhérents ou par d'autres acteurs (privés faisant appel à l'association pour appuyer leur argumentaire auprès des décideurs), leur médiatisation locale puis la montée en généralité, dans le but d'atteindre la puissance publique et de voir naître un cadre législatif, jurisprudentiel et normatif prenant en considération ses revendications. Il s'agit donc d'un schéma classique de conflictualité, comme on le rencontre dans la plupart des conflits environnementaux.

Afin de traiter les conflits locaux, l'argumentaire déployé se base sur les spécificités locales mais également – et surtout – sur des considérations générales, en termes d'effets et d'impacts de la lumière artificielle. L'ANPCEN est ainsi dans une recherche permanente d'informations, d'actualités émanant des laboratoires de recherche en médecine, écologie, physique (modélisation et quantification de la pollution lumineuse), ou encore en géographie et en urbanisme. Ce sont donc les impacts à échelle globale qui sont avancés afin de susciter chez le décideur une prise de conscience sur l'importance de la thématique ; ces impacts étudiés à petite échelle par les chercheurs, sont ensuite transposés aux différents territoires et à leurs spécificités (littoraux, zones de montagne, présence de parcs naturels, d'observatoires, etc.) dans le but de montrer l'intérêt de la sauvegarde de ces atouts territoriaux à l'élu ou au gestionnaire de compétence. Si la démarche conflictuelle débouche sur une concertation locale, celle-ci est alors portée au niveau national, auprès des correspondants des autres départements tout d'abord, puis auprès de la puissance publique afin de montrer que des compromis et des solutions peuvent être trouvés.

Aller au contact des décideurs

Avant même la constitution en association de protection du ciel et de l'environnement nocturnes, les services techniques des villes, les maires – de par leur position de décideur final dans tout projet d'éclairage public –, ainsi que les députés étaient les cibles privilégiées des astronomes amateurs pour que leurs revendications soient prises en compte localement et portées dans le débat politique au niveau national. Suite à la création de l'ANPCN, marquant une volonté d'actions plus étendues, les syndicats intercommunaux d'énergies sont rapidement devenus les interlocuteurs incontournables. Leur principal atout est en effet d'offrir, du fait de leur position de gestionnaire de compétence sur tout un ensemble de communes, la possibilité de toucher un territoire étendu (souvent quasi départemental), tout en présentant l'intérêt d'être en nombre relativement restreint. De plus, ces syndicats intercommunaux gèrent la compétence éclairage public de communes majoritairement rurales, celles environnant les sites d'observations des astronomes amateurs, celles dans lesquelles ces derniers ont vu, durant les années 1990 et le début des années 2000, fleurir les mises en lumière de mairies, d'églises et autres monuments

2.2.2 Pour les collectivités, un potentiel d'économies avant tout

2.2.2.1 Une dépollution source d'économies budgétaires et de modernisation

Les économies budgétaires, premier souci des élus

Il ressort de tous nos entretiens auprès d'élus, de services techniques, de syndicats d'énergies et d'associatifs engagés dans la protection du nocturne, qu'aujourd'hui, le facteur premier d'évolution des choix et comportements liés à l'éclairage est bien l'économie budgétaire réalisable. L'éclairage public représentait en 2005, selon l'ADEME, le premier poste de consommation d'électricité des communes, avec une moyenne nationale de 47 % et, budgétairement, 37 % de la dépense communale d'électricité (figure 79).

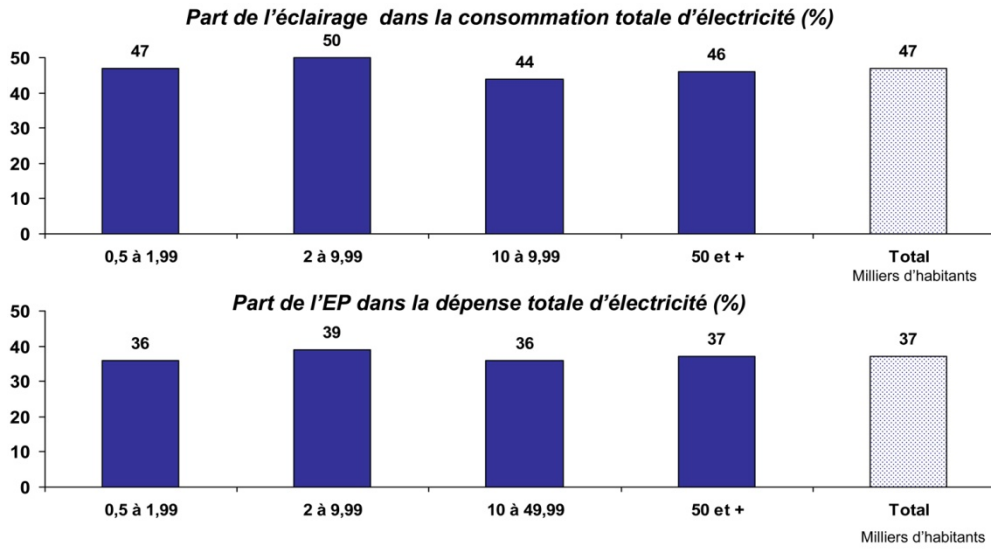


Figure 79 Part de l'éclairage dans la consommation et la dépense d'électricité.
Part de l'éclairage dans la consommation totale d'électricité et dans la dépense totale d'électricité, selon la taille des communes. Données ADEME, 2005.

L'éclairage public représente donc un poste budgétaire important pour une commune, et ce quelle que soit sa taille (si des écarts sont observés suivant la variation de ce facteur, leur amplitude reste minime). Aussi, dans un contexte économique difficile pour les collectivités territoriales (suppression de la taxe professionnelle, compétences s'élargissant, etc.), toute solution technique permettant des économies à court terme est étudiée sérieusement par les élus. Nous pouvons dresser une liste des potentiels d'économies d'énergies réalisables pour une commune, en éclairage public, selon le type de solution technique adoptée (tableau 22). Pour chacune des solutions présentées, sont également donnés la difficulté technique de mise en œuvre et le temps de retour sur investissement.

Actions	Potentiel d'économies d'énergies	Difficulté de mise en œuvre	Temps de retour sur investissement
Coupure nocturne de l'éclairage public	60 %	Petite	2,5 ans
Réduction des quantités (suppression des éclairages inutiles)	2 %	Aucune	1,4 an
Changement de sources lumineuses	30 %	Importante	5 ans
Rénovation de luminaires	40 %	Moyenne	20 ans
Modernisation et contrôle de la commande	2,5 % et 5 %	Importante	10 ans
Optimisation tarifaire	Aucun	Aucune	Immédiat
Installation de ballasts électroniques	10 %	Moyenne	51 ans
Régulation/réduction de tension à l'armoire	16 %	Importante	60 ans
Introduction de luminaires à LED	-- (*)	Importante	-- (*)
Régulation/réduction de tension au point lumineux	15 %	Importante	40 ans
Alimentation autonome	100 %	Importante	-- (*)
Audit du patrimoine d'éclairage public	20 %	Petite	Immédiat

Tableau 22 Solutions techniques sources d'économies d'énergies.
Données SICECO. (*) Données non connues/calculables en l'état des connaissances actuelles sur ces technologies.

En combinant le potentiel d'économies d'énergies à la difficulté de mise en œuvre et au temps de retour sur investissement pour la commune, on voit au travers du tableau 22 que les solutions à préconiser (et les solutions d'ailleurs les plus fréquemment défendues par les syndicats et services techniques) sont : la suppression des points de « suréclairage » (points devenus inutiles), le relampage (passage à des sources plus efficaces énergétiquement), la rénovation générale du luminaire et, enfin, la coupure nocturne. D'une façon générale et si elles sont bien menées (relampage à puissance inférieure, suppression de points inutiles, rénovation avec pose d'un luminaire complètement défilé), ces quatre opérations peuvent aboutir à une diminution de l'empreinte lumineuse.

La coupure de l'éclairage à certaines heures de la nuit

La solution de l'extinction de l'éclairage à certaines heures de la nuit apparaît cependant comme la plus efficace, celle liant le mieux les économies d'énergies, un temps de retour très rapide, une forte diminution de l'empreinte lumineuse, tout en présentant une faible difficulté de mise en œuvre (la reprogrammation de l'horloge astronomique de gestion de l'éclairage – ou sa mise en place si celle-ci est inexistante – suffit). Pour autant, cette solution est loin d'être préconisée par l'AFE – qui préfèrera la solution du relampage, avec un passage en 70 Watts –, et le flottement qu'elle a entretenue quant au caractère obligatoire de la norme EN 13201 a longtemps freiné les maires candidats, pour des raisons économiques, à cette solution. Depuis le communiqué de la FNCCR précisant le caractère non obligatoire de l'éclairage public et sa coupure possible sur décision du Conseil

Municipal, nombreuses sont les communes qui prennent désormais ce chemin, dans le but quasi exclusif de réaliser des économies budgétaires. Parfois, une sensibilité environnementale fait que l'argument des économies d'énergies est soulevé de façon réelle. Certains syndicats n'hésitent d'ailleurs plus à proposer cette solution ou, en tout cas, n'ont plus de réaction hostile quand elle est demandée par l'élu. La résolution de la question de l'engagement de la responsabilité de l'élu est donc apparue comme un « feu vert » pour nombre de communes auparavant hésitantes. La cartographie présentée en figure 80 recense ainsi, pour la Côte d'Or, les communes adhérentes au SICECO pratiquant la coupure nocturne de l'éclairage public. Ce qui est observé sur ce point en Côte d'Or l'est également en Saône et Loire et, aux dires de l'ANPCEN, dans tous les départements. Il est intéressant de souligner la diffusion de cette pratique de la coupure de l'éclairage en milieu de nuit, d'une commune à l'autre. Si la mise en lumière des églises et des mairies s'était fortement diffusée, de 1990 à 2005, par mimétisme, il semble donc que le même mécanisme soit à l'œuvre actuellement dans les zones rurales où les communes sont souvent, financièrement, en difficultés.

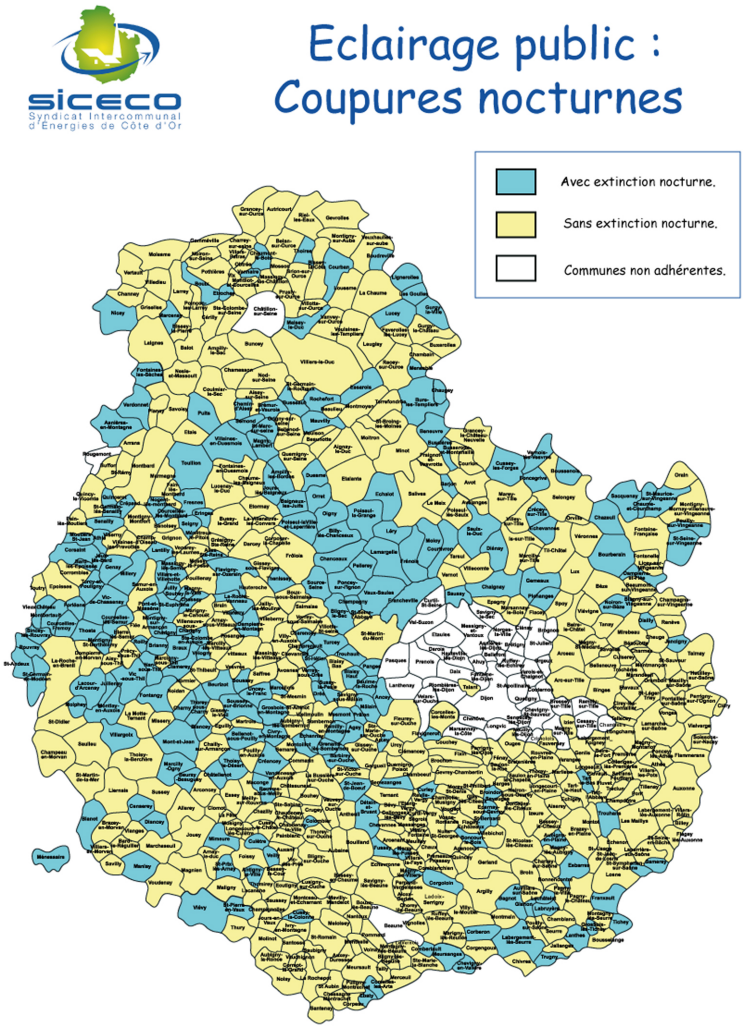


Figure 80 Cartographie des communes adhérentes au SICECO pratiquant la coupure nocturne. Communes pratiquant la coupure nocturne (horaires variables) de l'éclairage public. Document SICECO mis à jour le 11 mars 2010.

Les économies d'énergies, ou la nécessaire cohérence du discours politique

Au-delà des économies budgétaires, les économies d'énergies apparaissent également dans l'argumentaire des élus rencontrés. Plusieurs raisons peuvent expliquer l'adhésion à ces préoccupations. Tout d'abord, l'écologie s'est peu à peu affirmée dans le paysage politique français, jusqu'à ce que l'environnement entre dans le champ de la Constitution et, plus récemment, qu'un « Grenelle de l'environnement » soit organisé. Ces différentes étapes montrent une sensibilité croissante de l'ensemble de la société pour ces thématiques, et il apparaît aujourd'hui que les préoccupations environnementales, d'une façon générale, occupent une place grandissante dans les revendications des citoyens et donc des électeurs. En matière d'économies d'énergies, la demande est forte aujourd'hui au sein de la population et donc des conseils municipaux, et l'élu local ne saurait se passer de cet argument dans sa politique. En outre, un véritable travail de sensibilisation est mené au niveau national par des organismes comme l'ADEME et, plus en aval, par les autorités concédantes qui informent désormais les élus quant aux économies d'énergies réalisables sur leurs infrastructures (par le biais notamment des diagnostics énergétiques, des certificats d'économies d'énergies, etc.) et subventionnent plus ou moins (voire pas du tout, pour certaines autorités concédantes) la mise en place des mesures choisies par l'élu, et ce en fonction de leur efficience énergétique. Paul Blu, président de l'ANPCEN, notait ainsi, en 2006, avec surprise – mais non sans une certaine méfiance – cette « évolution verte » :

> « C'est la première fois que je rencontre des responsables [de syndicat] aussi convaincus de réduire la pollution lumineuse. Leurs préoccupations sont en priorité les économies d'énergie et la protection de l'environnement. Les difficultés rencontrées par les astronomes ne sont pas dans leurs objectifs. Ils s'y intéressent dans la mesure où ils peuvent en bénéficier parallèlement. […] On m'a indiqué qu'il n'était pas impossible que les mesures prises aillent au-delà des recommandations de l'ANPCN. Les syndicats deviendraient-ils des concurrents ??? » (Paul Blu, président de l'ANPCEN, sur la liste de diffusion Internet Ciel Noir, 31 octobre 2006)

2.2.2.2 Les points noirs de la grande voirie et des zones commerciales

L'éclairage des voies rapides, ou le débat passionné de la sécurité routière

Le débat autour de la nécessité d'éclairer les autoroutes et voies rapides périurbaines (voies de contournement, rocades, périphériques) est soulevé de façon récurrente par les associations de défense du ciel et de l'environnement nocturnes, et constitue un point d'opposition forte avec certains acteurs institutionnels, au premier rang desquels se place, en France, l'AFE. L'opposition des différents acteurs porte sur les apports de l'éclairage artificiel en matière de sécurité routière, la nuit étant particulièrement accidentogène (environ la moitié des décès sur la route ont lieu de nuit, alors même que le nombre de véhicules y circulant est quatre fois moindre que durant la journée, et 70 % des accidents

mortels de nuit se produisent hors agglomération[573]) ; là encore, les acteurs s'affrontent autour du rôle de la lumière dans un lien de causes à effet complexe. Comme en matière sanitaire ou écologique, l'effet – l'accident routier nocturne – a de multiples causes qu'il est difficile d'isoler, tant les interactions entre celles-ci sont fortes : vitesse, fatigue générale menant à une inattention accrue, prise d'alcool plus fréquente dans la population en soirée que durant la journée, menant à une restriction du champ de vision et à une réduction généralisée des réflexes du conducteur. Bien entendu, la lumière artificielle facilite la tâche de déplacement, quel qu'il soit, mais constitue-t-elle pour autant une cause de réduction du nombre d'accidents, et plus particulièrement de la mortalité ? C'est sur ce point particulier que le débat se cristallise depuis maintenant plusieurs années. Nous ne rentrerons pas ici dans une étude bibliographique du sujet, qui serait inéluctablement longue, mais donnons tout de même quelques éléments de repérage.

En Belgique, pays qui a longtemps éclairé ses autoroutes, la thématique a très tôt été soulevée, menant à plusieurs études dont les conclusions semblent tendre vers le fait que l'éclairage n'est pas sans conséquence sur l'accidentologie, mais qu'il est loin d'être le facteur le plus significatif et, plus encore, qu'il engendre parfois une plus grande prise de risques pouvant mener à des accidents à la gravité accrue[574] :

> « L'éclairage est un facteur non prépondérant dans l'explication de nombreux accidents de nuit. D'autres facteurs interviennent de façon nettement plus significative, tels que l'alcool, la drogue, la fatigue, la vitesse...
> Si l'on s'en tient, malgré tout, à l'aspect purement sécuritaire, l'intérêt majeur d'un éclairage autoroutier continu réside dans la meilleure perception de l'environnement qu'il apporte. Le revers de la médaille est que cet apport supplémentaire de confort engendre parfois une prise de risques accrue pouvant avoir de sérieuses conséquences en cas d'accident.
> Il est cependant évident que l'éclairage autoroutier ne relève pas uniquement du domaine de la sécurité routière. D'importants facteurs économiques et écologiques entrent en ligne de compte. La solution consiste donc à trouver un compromis entre sécurité et coût. Or, c'est justement là que réside le... nœud du problème ! » [575]

En France, les premières décisions d'extinction d'éclairages de certaines autoroutes ou voies rapides périurbaines ont été prises pour des raisons sécuritaires mais également budgétaires (mais il faut noter que cet argument pesait également fortement dans le débat en Belgique, guidant peut-être certaines conclusions des autorités quant au lien éclairage/sécurité routière), comme ce fût le cas pour l'A16 (Pas-de-Calais), et parfois

---

[573] AFE, 2009, « 'Moins d'éclairage pour moins d'accidents ?' Est-ce raisonnable ? », *Le point de vue de l'AFE*, p. 2, *in Lux*, n° 252.

[574] Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2001, « Influence de l'éclairage routier », *Via Secura*, n° 54. Consultable en ligne, dernière consultation le 24 août 2010.
URL : http://www.bivv.be/dispatch.wcs?uri=666965323&action=viewStream&language=fr
Ministère de l'Equipement et des Transports de Belgique, 2002, « Trafic et sécurité routière sur les routes et autoroutes de Wallonie – Données et commentaires », *Cahiers du MET*, Collection Trafics, n° 15, p. 45-47.

[575] Institut Belge pour la Sécurité Routière, 2001, « Influence de l'éclairage routier », *Via Secura*, n° 54, p. 19. Consultable en ligne, dernière consultation le 24 août 2010.
URL : http://www.bivv.be/dispatch.wcs?uri=666965323&action=viewStream&language=fr

même après que les installations électriques aient été vandalisées (A15, Val d'Oise). Dans le cas de l'A16, éteinte entre Boulogne-sur-Mer et la frontière Belge en novembre 2006 pour des raisons budgétaires (900 000 euros annuels de maintenance et d'entretien des candélabres), l'argument de la sécurité routière a été mobilisé après une étude de la DIR Nord concluant que « la gravité des accidents sur l'A16 éclairée est plus importante que celle des autoroutes non éclairées »[576] (« semblables en termes de trafic, de tracé et de conditions météorologiques »). Dans le cas de l'A15, la préfecture du Val d'Oise n'a pas souhaité rétablir l'éclairage public suite à la coupure pour cause de vols de câbles de cuivre sur les infrastructures, mettant en avant là aussi une baisse de la mortalité grâce à une prudence accrue.

En avril 2009, l'AFE riposte en éditant, dans *Le point de vue de l'AFE* de sa revue *LUX* de mars/avril 2009, un fascicule s'interrogeant sur le lien entre éclairage et sécurité routière. L'AFE constate que « profitant de pannes ou de sabotages sur les câbles d'alimentation, l'administration tente de convaincre l'opinion publique que l'éclairage public des grandes voies d'accès au milieu urbain n'est pas nécessaire et qu'il est responsable d'accidents supplémentaires et d'augmentation de la vitesse. »[577] Pour répondre à ces extinctions routières, elle détaille dans son livret « une étude scientifique[578] confiée au CNRS et en particulier au CEPA de Strasbourg (centre d'étude de physiologie appliquée) »[579], financée en 2000 par elle-même « et ses partenaires (EDF et Syndicat de l'éclairage) »[580], qui montre à travers différents indicateurs (dont une baisse de la vitesse lors de conduite avec éclairage) les apports de l'éclairage artificiel en termes de sécurisation des déplacements.

Des extinctions source d'importantes d'économies budgétaires et d'énergies

La décision la plus marquante dans cette tendance à l'extinction de la grande voirie est venue de la DIR d'Île-de-France qui, en mai 2010, annonce l'extinction de l'éclairage public le long de 130 kilomètres d'autoroutes et des voies rapides en région parisienne. Cette décision est immédiatement placée par l'État sous les auspices du Grenelle de l'environnement, médiatisant fortement l'article de loi prévoyant une diminution des nuisances lumineuses et, de proche en proche, l'ANPCEN et la thématique de la pollution lumineuse dans son ensemble. Mais c'est également la réduction de la consommation d'électricité qui motive cette décision : Gérard Sauzet, directeur de la DIRIF, affirme ainsi à l'Agence France Presse que cette mesure permettra de « réduire la production de CO_2 [et] de 40 % notre consommation d'électricité. », en concluant que « dans cette affaire,

[576] http://www.securiteroutiere.gouv.fr/

[577] AFE, 2009, « 'Moins d'éclairage pour moins d'accidents ?' Est-ce raisonnable ? », *Le point de vue de l'AFE*, p. 2, *in Lux*, n° 252.

[578] MUZET A., MOESSINGER M., CAMPAGNE A., HOEFT A., HOEFT C. et PEBAYLE T., 1998-2002, *La conduite automobile de nuit. Influence d'un éclairage ambiant sur le comportement et les performances du conducteur*. Convention EDF et Syndicat de l'Éclairage, CEPA-CNRS.

[579] AFE, 2009, « 'Moins d'éclairage pour moins d'accidents ?' Est-ce raisonnable ? », *Le point de vue de l'AFE*, p. 2, *in Lux*, n° 252.

[580] AFE, 2009, « 'Moins d'éclairage pour moins d'accidents ?' Est-ce raisonnable ? », *Le point de vue de l'AFE*, p. 2, *in Lux*, n° 252.

nous n'avons pas moins d'État, mais mieux d'État. »[581] Si de nombreux élus locaux comprennent cette mesure, et notamment son volet budgétaire, certains s'avouent cependant sceptiques face à cette décision. Yanick Paternotte, député maire de Sannois, analyse ainsi cette mesure dans son contexte politique (les mois d'avril et mai 2010 ont été marqués par de nombreux débats autour du très médiatique « train de vie de l'État » et de sa réduction, souhaitée par le Premier ministre François Fillon) et pense que « les arguments déployés à propos des économies d'énergie et de la contribution à plus de sécurité tombent au bon moment vu les limites budgétaires de l'État. »[582]

Là encore, l'AFE a répondu, dès le 11 mai 2010, par un communiqué de presse rappelant les conclusions de l'étude menée par le CEPA de Strasbourg. Le débat n'est toujours pas clos, en témoigne un article du quotidien *Le Monde*, en date du 23 juillet 2010[583], où les différents acteurs s'affrontent en se positionnant soit sur le confort de conduite (argumentaire AFE) soit sur les chiffres d'accidentologie (DIRIF). Il n'empêche que ces différentes initiatives et expérimentations font tâche d'huile, à un moment où les finances locales se resserrent ; une élue verte du Grand Dijon nous confiait ainsi, fin 2009, que l'agglomération dijonnaise travaillait au projet d'extinction de sa rocade pour début 2011.

Les zones commerciales, des espaces manquant de considération publique

Les zones commerciales périurbaines sont également un terrain d'entente possible entre les défenseurs du ciel et de l'environnement nocturnes et les élus locaux qui, dans la plupart des communes, tentent une amélioration paysagère et un renversement de la logique d'étalement issue du « *no parking, no business* ». Si l'urbanisme raconte ce que nous sommes, les préoccupations paysagères et environnementales devront inéluctablement être réellement intégrées à ces espaces, et peut-être même nous forceront-elles à reconsidérer notre utilisation des franges urbaines : De Jarcy et Rémy nous rappellent ainsi que, « durant l'été 2008, quand le prix de l'essence s'est envolé, le chiffre d'affaires de certaines zones commerciales s'est effondré »[584]. Du point de vue quantitatif comme du point de vue qualitatif, l'élu local devra pouvoir, à terme, « défranchiser » ces zones vis-à-vis de la publicité reine, et imposer un cahier des charges aux enseignes commerciales, afin que les néons ne fassent plus leur promotion en plein cœur de la nuit, et que la « mise en lumière » d'un nombre inimaginable de mètres carrés de tôle cesse enfin. L'éclairage doit y être pensé en fonction de la morphologie des lieux : un bâti épars, horizontal, qui peut laisser échapper le moindre flux lumineux à des dizaines de kilomètres. Le renforcement draconien de la réglementation en matière de publicité lumineuse permettrait ici d'abaisser les flux nécessaires à l'éclairage public de voirie, ce qui – combiné avec l'utilisation de luminaires complètement défilés – permettrait de ne plus imposer aux personnes transitant

[581] AFP, 2010, « 130 km d'autoroutes passent dans le noir », dépêche reprise dans le quotidien *Libération* du 10 mai 2010.

[582] Propos rapportés dans *Le Parisien* daté du 10 mai 2010.

[583] RAZEMON O., 2010, « Black-out sur l'autoroute. L'arrêt de l'éclairage des voies rapides francieliennes suscite des débats », *Le Monde*, daté du 23 juillet 2010.

[584] DE JARCY X. et REMY V., 2010, « Comment la France est devenue moche », Télérama, n° 3135, p. 24-30.

par ces espaces d'avoir à traverser un tunnel publicitaire donnant dans la surenchère et l'anarchie lumineuse pour entrer et sortir de la ville.

CHAPITRE 3 :

QUELS MODES DE RÉSOLUTION DES CONFLITS ?

« Un projet de loi, appuyé conjointement par tous les partis représentés au Parlement, pourrait placer l'Italie en tête des autres nations avec l'adoption d'une législation d'avant-garde contre la pollution lumineuse. Ce serait un signe de civilisation parmi tous les signes confus qui nous parviennent du ciel et de la terre. Ce sera peut-être grâce à ces hommes, à des instruments innovants tels qu'appareils d'éclairage avec optiques asymétriques, abat-jour, systèmes cut-off et à des projets d'illumination adaptés que nos enfants pourront dire et comprendre le sens de ces paroles : "… Et par là nous sortîmes, à revoir les étoiles" (Dante, L'Enfer). »

Nous travaillons afin que leur appel parvienne au ciel. Extrait d'une brochure de sensibilisation, éditée par iGuzzini Illuminazione ®, fabricant italien de matériel d'éclairage. 1995.

3.1 Une résolution par la négociation locale ?

3.1.1 Concertation et production d'une charte interne au syndicat d'énergies

3.1.1.1 La rencontre entre associatif et syndicat d'énergies

Le processus de concertation, ou l'importance des personnes

Le travail de l'ANPCEN, malgré son visage conflictuel, vise à installer les conditions d'un dialogue avec les acteurs institutionnels de l'éclairage artificiel : l'association cherche, par ses actions et publications, à montrer d'une part qu'elle peut être un interlocuteur valable en termes de connaissance de son champ d'actions et de compétences techniques dans l'éclairage et, d'autre part, qu'elle est fortement demandeuse d'une participation active à toute forme d'amélioration de l'éclairage. Ainsi cherche-t-elle inlassablement le contact avec les acteurs institutionnels, soit autour d'actions, soit dans des espaces de dialogues. La concertation n'est alors pas encore présente, mais ce rapprochement quasi géographique (prise de contact sur le terrain, dans les colloques ou salons d'éclairagisme par exemple) peut permettre, à terme, la concertation. Cette concertation, permettant de véritablement sortir de la conflictualité s'enclenche – en l'absence de toute contrainte de régulation législative ou normative – grâce à l'ouverture des parties en présence sur les arguments des parties auparavant « adverses ». La concertation peut alors se dérouler sans que le besoin de faire appel à un médiateur se fasse sentir. La concertation s'ouvre entre des acteurs qui n'avaient pas, auparavant, l'habitude de dialoguer en dehors du conflit, directement et sereinement : la prise de contact entre le SYDESL et l'ANPCEN s'est ainsi faite par le biais du correspondant local de l'association pour le département de Saône et Loire, lors d'une

présentation de sensibilisation du public à la problématique de la pollution lumineuse, à laquelle a participé le SYDESL, acteur institutionnel invité. C'est bien la sensibilité et l'ouverture du représentant du SYDESL face au sujet traité, ainsi que son jugement quant à la pertinence de l'argumentaire développé par l'ANPCEN qui l'ont poussé à accepter cette première forme de concertation qu'est le dialogue entre deux parties, chacune considérant l'autre sur un pied d'égalité. Ainsi, de 2007 à 2009 a pu se dérouler une concertation entre le SYDESL et l'ANPCEN ; le laboratoire ThéMA a été invité à participer à ce projet visant à mettre en place une charte, interne au syndicat d'énergies, de réduction des consommations énergétiques et des nuisances et pollutions lumineuses.

Position du projet	Objectif central du projet	
En amont de la concertation	Rendre les acteurs prêts au dialogue	Pour l'ANPCEN, changement du discours observé depuis 2005 : ne plus « diaboliser » les syndicats d'énergies, incitation à aller à leur contact Au sein du SYDESL, concertation interne afin de pouvoir répondre à la demande de contact de l'ANPCEN (pouvoir répondre positivement aux invitations, interventions, etc.)
	Faciliter l'émergence d'une concertation en offrant un support par des actions et de l'information	Invitation du SYDESL à une opération de sensibilisation du public à la problématique de la pollution lumineuse, organisée par l'ANPCEN Engagement du dialogue par un représentant du SYDESL Invitation de l'ANPCEN pour intervenir aux 60 ans du SYDESL, au contact du syndicat et de ses élus Mise à disposition des acteurs des connaissances et arguments spécifiques de chacune des parties
Au début, pendant et à la fin de la concertation	Favoriser l'ouverture de la concertation	Ouverture de la concertation par la parole échangée
	Mettre en place la concertation	Mise en place de réunions de travail régulières afin de donner naissance à un argumentaire cohérent et concerté à destination des élus du syndicat d'énergies Consultation et intervention d'autres acteurs de l'éclairage : maires, entreprises, DIR, ADEME
	Traduire la concertation	Mise en place d'un *Guide du Décideur*, traduction de l'argumentaire concerté pour une maîtrise de la demande énergétique et une réduction de la pollution lumineuse Mise en place d'un *Guide du Technicien*, traduction technique de l'argumentaire concerté pour une maîtrise de la demande énergétique et une réduction de la pollution lumineuse (recommandations)
En aval de la concertation	Optimiser les acquis	Tentatives de dépasser de nouveaux blocages politiques et institutionnels et apparus au sein du syndicat d'énergies Essaimer pour favoriser la reproduction de l'action dans d'autres syndicats (présentation en Côte d'Or et dans le Jura)

Tableau 23 Les différentes phases de la concertation entre le SYDESL, l'ANPCEN et ThéMA. Phases de la concertation de 2007 à 2009, d'après la typologie des processus de concertation dressée par Beuret et Cadoret[585].

[585] BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires. Vers une démocratie coopérative*. Paris, éditions Charles Léopold Mayer, p. 54-55.

Le processus de concertation s'est ensuite déroulé suivant un schéma classique, avec trois phases principales : une première phase de dialogue, d'invitation à des actions communes et de partage des connaissances, de façon plus ou moins informelle ; une deuxième phase de travail afin de mettre en commun les connaissances et les visions, et ce en faisant intervenir d'autres acteurs concernés (élus locaux, entreprises, etc.) ; et enfin, une phase de traduction des différentes idées issues de la concertation dans une charte interne au SYDESL, puis un essaimage visant à favoriser la reproduction de l'action ailleurs[586]. Nous pouvons ainsi, en nous inspirant de Beuret et Cadoret[587], dresser la chronologie des différentes phases de la concertation (tableau 23).

Le rôle prépondérant du SYDESL comme acteur institutionnel fédérateur

Les structures faisant partie des Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) que sont les syndicats départementaux d'énergies sont certainement, à l'heure actuelle, celles les plus a même de mener ce travail de concertation locale entre les différents acteurs intéressés, de près ou de le loin, par l'éclairage artificiel nocturne. Leur statut d'Autorités Organisatrices de la Distribution d'électricité (AOD) à l'échelle départementale leur confère la propriété du réseau de distribution à laquelle peut-être adjointe la compétence optionnelle « éclairage public ». Pour le SYDESL (comme pour bon nombre de syndicats d'énergies), en vertu de ses statuts, les compétences en éclairage public qui lui sont déléguées par les 573 communes adhérentes sont les suivantes :

> « Fourniture, pose et raccordement du mobilier éclairage public lors de travaux sur les réseaux publics d'électricité ou lors d'aménagements.
> Maîtrise d'ouvrage de tous les investissements sur les installations d'éclairage public et d'éclairage des équipements publics, des sites ou des monuments et notamment, les extensions, renforcements, renouvellements, rénovations, mises en conformité et améliorations diverses.
>
> Maîtrise d'ouvrage des travaux de premier équipement, d'extension, de renouvellement des équipements et des réseaux d'éclairage public transférés, y compris les sites et monuments.
>
> Maintenance préventive et curative des installations d'éclairage public des voies et d'éclairage des équipements publics et d'illumination des sites et monuments.
>
> Passation et l'exécution de tous contrats afférents au développement, au renouvellement et à l'exploitation des installations et réseaux.
>
> Toutes les études générales ou spécifiques corrélatives à ces travaux et à leur réalisation, et notamment les actions de diagnostics de performance énergétique. » (site web du SYDESL, http://www.sydesl.fr, dernière consultation le 29 juin 2010).

La collaboration étroite entre le SYDESL et le correspondant local de l'ANPCEN s'est concrétisée par des réunions de travail, menées de façon régulière sur plusieurs mois. Une

[586] BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires, Vers une démocratie coopérative*. Paris, éditions Charles Léopold Mayer.

[587] BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires, Vers une démocratie coopérative*. Paris, éditions Charles Léopold Mayer, p. 54-55.

réunion a également rassemblé d'autres acteurs de l'aménagement du territoire : maire, concepteur lumières et agent de la DIR (Direction Interdépartementale des Routes) Centre-Est. Ont ainsi participé à une réunion d'informations et d'échanges Madame le maire de la commune de Chânes (71570), un concepteur lumières de l'entreprise ATCD, ainsi que le chargé d'affaires patrimoine gestion à la DIR Centre-Est. Ces échanges ont permis à chacune des parties d'argumenter sur ses attentes mais aussi sur ses contraintes (techniques, budgétaires et d'aménagement du territoire, essentiellement), et de donner ainsi naissance à un argumentaire concerté autour de la possibilité et de la nécessité de prendre en compte la protection de l'environnement nocturne dans les travaux d'éclairage public dont le SYDESL a la charge. Cet argumentaire, qui fait état des connaissances scientifiques établies à propos de la lumière artificielle nocturne en matière d'impacts écologiques, sanitaires, socioculturels, mais aussi en matière de sécurité civile et de sécurité routière, a débouché sur une proposition de charte interne au syndicat.

3.1.1.2 La production concertée d'une charte interne

Un guide d'introduction générale à la problématique

Avant de développer l'argumentation visant à appuyer les considérations techniques sur des zonages environnementaux, le document produit par le SYDESL, l'ANPCEN et le laboratoire ThéMA tente de répondre aux principales questions posées par les élus en matière d'éclairage public. Ainsi, il est rappelé que l'utilisation de la lumière ne saurait à elle seule répondre à la problématique de la sécurisation des biens et des personnes. En matière de sécurité routière, l'importance de la vigilance du conducteur – que l'éclairage de voirie ne doit pas supplanter – est mise en avant, et l'utilisation de l'éclairage passif (catadioptres, surfaces de différentes catégories de réflexion) ainsi que des nouvelles formes de signalisation par LED encastrées au ras de la chaussée est encouragée. A été également inséré, suite à une discussion avec la DIR Centre-Est, un rappel quant à l'importance des obstacles en bordures de chaussée dans l'accidentologie en agglomération. Enfin, il nous a paru nécessaire, suite à plusieurs discussions avec les élus, d'effectuer un rappel réglementaire sur les différentes responsabilités qui leurs sont afférentes en matière d'éclairage public.

Une différentiation spatiale par les grands zonages environnementaux

Le groupe de travail a établi la répartition des zones protégées et zones de sensibilisation sur le département de Saône et Loire. Elles ont pour but de définir précisément les critères techniques du matériel d'éclairage à installer dans ces zones. Un zonage dit « environnemental » a été fait à partir des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO). La figure 81 présente ces différents zonages sur le département de la Saône et Loire. Il est à souligner que la prise en compte d'une zone dans le fichier ZNIEFF ne lui confère aucune protection réglementaire. Il s'agit bien « simplement » d'un

instrument d'appréciation et de sensibilisation destiné à éclairer les décisions publiques ou privées au regard des dispositions législatives et réglementaires protectrices de l'environnement. Des zones dites « sensibles » et de sensibilisation ont également été établi à partir de données d'implantation des observatoires astronomiques amateurs et des zones fréquemment utilisées pour leurs observations, fournies par la délégation départementale de l'ANPCEN (figure 82). Ces zones ne présentent aucune obligation règlementaire, mais elles revêtent tout de même une importance en termes socioculturels, d'éducation et de sensibilisation au ciel nocturne.

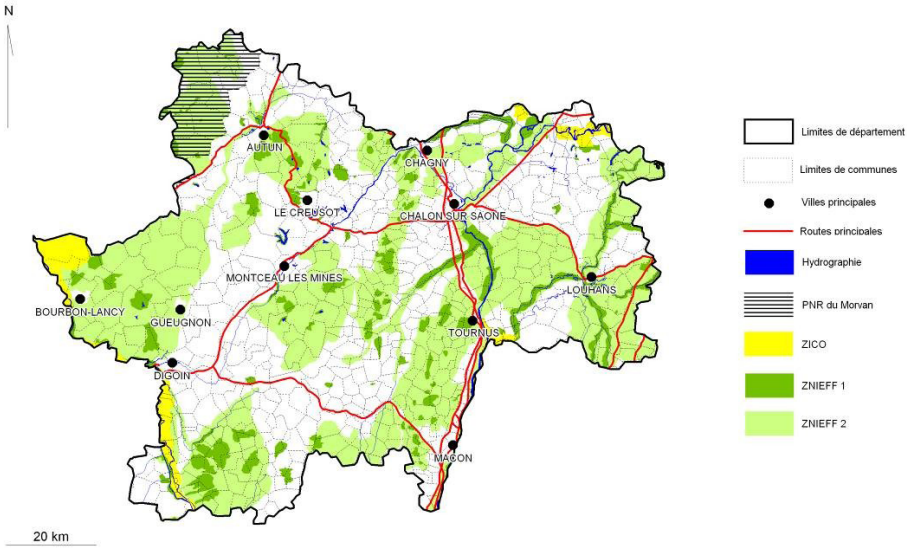


Figure 81 Zones « environnementales » en Saône et Loire (71).
Zones établies à partir des données nationales : ZNIEFF et ZICO. Cartographie de l'auteur.

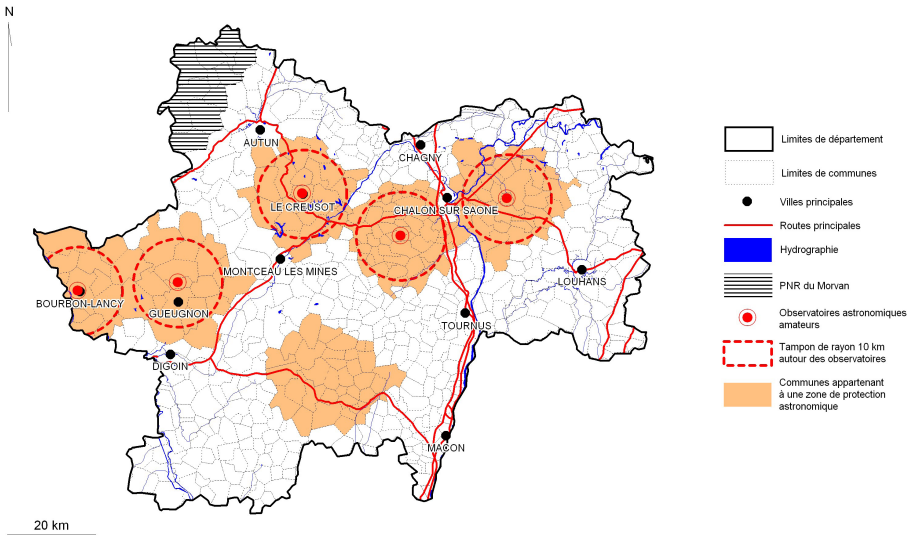


Figure 82 Zones de protection astronomique pour la Saône et Loire (71).
Zones établies par la délégation départementale de l'ANPCEN. Cartographie de l'auteur.

Des propositions techniques

Les propositions techniques établies dans la charte ont pour but de ne pas faire sortir l'élu de la légalité. Il est ainsi rappelé que l'éclairage public n'est pas obligatoire mais que, si il existe, il doit être fonctionnel, entretenu et en accord avec la norme NF-EN 13201. Cette norme européenne d'éclairage public a pour objectif d'établir les prescriptions sur les zones de circulation dans les espaces publics extérieurs pour l'ensemble des pays européens. Il est convenu que les critères d'implantation d'éclairage retenus doivent être adaptés aux caractéristiques particulières de la zone à éclairer. Par contre, cette norme ne se prononce pas sur les critères qui justifient ou non l'éclairage d'une zone donnée. Elle ne porte en aucun cas préjudice aux prérogatives des pouvoirs des collectivités territoriales dans la mesure où elle n'impose pas l'obligation d'éclairer et n'influe pas sur la façon dont il convient d'utiliser les installations. Elle est constituée de quatre parties :

- FD CEN/TR 13201-1 – Sélection des classes de chaussées et prescriptions associées.
- EN 13201-2 – Exigences de performances – Définition des performances photométriques auxquelles doivent satisfaire des classes de chaussées établies à partir des prescriptions en cours dans différents pays européens.
- EN 13201-3 – Calcul des performances – Définition des procédures et méthodes de calcul nécessaires à l'expression des performances photométriques des installations d'éclairage public (éclairements, luminances, maillage de points de calcul et de mesure, calcul de l'éblouissement et du rapport de contiguïté).
- EN 13201-4 – Méthodes de mesure des performances photométriques – Description des conventions et procédures qui prévalent lors de la réception des installations d'éclairage public. Cette dernière partie a été publiée sous la forme d'une norme nationale (NF EN 13201-4).

Rappelons les textes encadrant les responsabilités des différents acteurs : le CGCT (code général des collectivités territoriales), dans son article L.131-1, charge le maire de la « police municipale » dont le rôle est d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publique (cf. Deuxième Partie, chapitre 2). Cette obligation d'assurer la sûreté et la commodité de la circulation s'applique à l'ensemble de la voirie en agglomération, quel que soit son propriétaire (État, département ou commune). Pour les voies dont elle n'a pas la responsabilité de l'entretien, l'autorité municipale peut donc voir sa responsabilité engagée pour faute lourde dans l'exercice de ses pouvoirs de police.

Ce faisant, et en accord avec la Norme EN 13201, nous avons établi la liste des paramètres utiles à l'étude d'un projet d'implantation ou de rénovation de l'éclairage public. Nous avons volontairement choisi les paramètres d'usage pour les fabricants de luminaire, paramètres en accord avec la normalisation en cours (discussions par la commission de normalisation CN X90 de l'AFNOR, voir ci après).

En premier lieu, une normalisation des sources lumineuses est proposée, en fonction des différents zonages établis. Le tableau 24 propose ainsi les sources lumineuses les plus répandues, tout en restant ouvert à toute autre proposition de nouveaux produits ou à

toute évolution de produits existants pouvant être inclus après étude de leurs caractéristiques physiques et énergétiques.

Types de sources	Zone protégée	Zone sensible	Hors zone
Sources à spectre jaune : Sodium Haute pression Sodium Basse Pression	Préconisées	Préconisées	Préconisées
Sources à spectre blanc : Iodures métalliques Iodures céramiques (3) Sodium Haute pression blanc Diode blanche	Préconisées pour des applications autres que l'éclairage routier si l'impact environnemental n'est pas pris en considération dans l'étude	Préconisées pour des applications autres que l'éclairage routier si l'impact environnemental n'est pas pris en considération dans l'étude	Préconisées pour des applications autres que l'éclairage routier si l'impact environnemental n'est pas pris en considération dans l'étude
Sources complémentaires : Sources tungstène Halogènes Sources fluorescentes	Préconisées si flux ≤ 1600 lm (1)	Préconisées si flux ≤ 1600 lm (1)	Préconisées si flux ≤ 2500 lm (1)
Sources complémentaires : Sources vapeur de mercure Sources incandescentes	Non préconisées (2)	Non préconisées (2)	Non préconisées (2)

(1) La limitation de la lampe est proposée pour éviter l'utilisation de source à haute consommation énergétique.
(2) Ces types de sources ne sont pas efficaces et sont condamnés à disparaître du marché.
(3) Equivalent aux sources Philips « Cosmowhite® ».

Tableau 24 Normalisation des sources lumineuses en fonction des différents zonages mis en place. Document SYDESL/ANPCEN/ThéMA, 2009.

Dans un deuxième temps, le choix des luminaires et de leur photométrie doit se faire selon leur classe d'intensité lumineuse et leur degré de protection IP. La classe d'intensité lumineuse est exprimée sous forme d'une échelle numérique allant de G1 à G6, qualifiant expérimentalement le degré d'appréciation subjectif de l'éblouissement d'inconfort. Les valeurs sont extraites du fascicule EN 13201-2 février 2005, page 13, tableau A1, Annexe A. Les classes G1 à G3 correspondent à une conception traditionnelle des luminaires, « semi défilés et défilés ». Les classes G4 à G6 correspondent à un défilement plus important. Le degré de protection IP, quant à lui, concerne les degrés de protection procurée par les enveloppes des matériels électriques. Notre objectif étant de garantir une bonne étanchéité du luminaire pour la tenue dans le temps des performances photométriques (réduction de l'encrassement du luminaire).

Notre approche considère – en accord avec la typologie souvent adoptée dans les catalogues constructeurs – trois types de luminaire : fonctionnel (adapté au réseau routier), décoratif (éclairage d'ambiance, centre ville, lotissement) et de type projecteur. Le tableau 25 donne les caractéristiques des luminaires préconisés suivant les différents zonages déterminés ci-dessus.

Types de luminaire	Zone protégée et Zone sensible	Hors zone
Fonctionnel	Flux émis dans l'hémisphère supérieur (ULOR) < 1,5 % Flux émis entre 0 et 10° sous la ligne d'horizon <10 %	Flux émis dans l'hémisphère supérieur (ULOR) < 2,5 % avec H ≤ 6m Flux émis dans l'hémisphère supérieur (ULOR) < 1,5 % avec H ≥ 6m Flux émis entre 0 et 10° sous la ligne d'horizon < 10 %
	Luminaires avec classe d'intensité ≥ G5	Luminaires avec classe d'intensité ≥ G4
	Indice de protection IP66 mini	Facteur de dépréciation mini 0,8
Décoratif	Flux émis dans l'hémisphère supérieur (ULOR) < 10 %	Flux émis dans l'hémisphère supérieur (ULOR) < 16 %
	Luminaires équipés de réflecteurs avec une position horizontale de la source lumineuse	Luminaires équipés au minimum de « Paralum » pour une position verticale de la source
	Hauteur maximum de feu à 3,5 mètres	Prescriptions particulières pour les passages routiers difficiles
Projecteur	Les projecteurs doivent être équipés de visières pour diriger le flux uniquement vers la surface à éclairer	

Tableau 25 Caractéristiques des luminaires préconisés suivant les différents zonages déterminés. Document SYDESL/ANPCEN/ThéMA, 2009.

Une incitation à la réduction des niveaux d'éclairement et à l'extinction

Des niveaux d'éclairement sont recommandés, destinés avant tout au milieu rural, secteur prédominant pour les collectivités dont le SYDESL a la compétence, mais les valeurs proposées pourraient, par le biais d'une légère adaptation, s'appliquer en milieu urbain.

Le choix des critères d'éclairement a été établi suivant la procédure spécifiée dans le fascicule FD CEN/TR 13201-1 conçu de telle sorte qu'il est possible de déterminer les recommandations appropriées via une sélection dont les étapes s'enchaînent de la façon suivante :

- définition de la zone de circulation publique ;
- détails associés à la zone d'étude ;
- sélection de la classe d'éclairage approprié ;
- détermination des classes d'éclairage à respecter ;
- prise en considération des recommandations générales.

Les classes d'éclairage ou groupes de situations retenus sont les suivants :

- Pour les voies d'accès au bourg (vitesse ≤ 70km/H Véhicules Cyclistes Piétons Classes du groupe B1) : classe d'éclairage ME5 à ME4a (FD CEN/TR 13201-2 Février 2005) dont la notion de luminance de la chaussée à été convertie en éclairement moyen à maintenir d'après le tableau 3 des classes d'éclairage de niveau lumineux comparable (FD CEN/TR 13201-1 Mai 2005).
- Pour la traversée du bourg (vitesse ≤ 50km/H Véhicules Cyclistes Piétons Classes du groupe B2) : classe d'éclairage ME5 à ME4b (FD CEN/TR 13201-2 Février 2005) dont la notion de luminance de la chaussée à été convertie en éclairement moyen à

maintenir d'après le tableau 3 des classes d'éclairage de niveau lumineux comparable (FD CEN/TR 13201-1 Mai 2005)

- Pour les voies annexes au bourg (lotissement et hameau) : classes du groupe S considérant l'ajout de signalisation passive et un principe d'uniformité. Classe d'éclairage S4 (FD CEN/TR 13201-2 Février 2005)
- Pour les obstacles routiers nous ne proposons pas de sur-éclairage jugeant que la signalisation passive joue son rôle.

En respect de la norme NF-EN 13201 nous avons conservé le critère d'uniformité pour les voies annexes au bourg, n'étant néanmoins pas convaincus de l'utilité d'application de ce dernier dans un environnement lumineux réduit. Qui plus est, les petites collectivités rurales doivent supporter le coût engendré par le respect de l'uniformité (celui-ci nécessitant souvent l'ajout de points lumineux par rapport à l'existant). Nous soulignons qu'une évolution de la norme NF-EN 13201 sur ce point serait à prévoir. Aussi, et d'une façon générale, il est indispensable de mettre à niveau la signalisation passive avant toute nouvelle implantation d'éclairage. Le tableau 26 récapitule les propositions pour le choix des niveaux d'éclairement en fonction des types de voies.

Définition de la voie	Trafic (véhicules par jour)	Aménagement urbain et/ou signalisation passive adaptée	Niveau lumineux ambiant							
			Contraintes mini (< 3 intersections par km)				Contraintes maxi (> 3 intersections par km)			
			Eclairement moyen (lux)	Uniformité générale mini	Uniformité générale maxi	Eclairement moyen maxi à la mise en service	Eclairement moyen (lux)	Uniformité générale mini	Uniformité générale maxi	Eclairement moyen maxi à la mise en service
Voie d'accès au bourg (Vitesse ≤ 70 km/h, véhicules, cycles et piétons)	< 4000	Oui	8	0,35	0,40	10	8	0,35	0,40	10
		--								
	4000<T<7000	Oui	8	0,35	0,40	10	10	0,40	0,45	12
		--								
Traversée du bourg (Vitesse ≤ 50 km/h, véhicules, cycles et piétons)	< 4000	Oui	8	0,35	0,40	10	8	0,35	0,40	10
		--								
	4000<T<7000	Oui	8	0,40	0,45	10	10	0,40	0,45	12
		--								
Voies annexes au bourg	--	Oui	5	0,00	0,25	6	5	0,00	0,25	6
		--								
Lotissement, hameau	--	Oui	5	0,00	0,25	6	5	0,00	0,25	6
		--								
Places, giratoires, obstacles	--	Balisage à favoriser	Conserver l'éclairement de la voie d'accès et favoriser le balisage de l'obstacle afin de conserver un niveau d'éclairage minimum							

Tableau 26 Récapitulatif des applications proposées pour le choix des niveaux d'éclairement en fonction des types de voiries. Document SYDESL/ANPCEN/ThéMA (2009).

Pour une bonne gestion économique, une maîtrise de l'énergie et la lutte contre la pollution lumineuse, il est utile que les installations soient équipées de système de gestion du réseau d'éclairage public permettant de limiter les heures de fonctionnement de l'éclairage aux besoins réels de la collectivité ou de gérer la puissance à certaines heures de la nuit. Pour les collectivités où le remplacement des horloges n'est pas indispensable, dans un objectif de maîtrise de l'énergie et par retour d'expérience du responsable de projet quant aux diagnostiques énergétiques, il est préférable de remplacer progressivement les cellules de type « Lumandar® » par des interrupteurs crépusculaires, permettant un déclenchement régulier de l'éclairage. Voici les propositions faites aux élus :

Horloges astronomiques :

- Préconisation de système radio synchronisé
- Détermination des coordonnées de localisation par code IGN
- Temps Astro. ≤ 4200 H/an (moyenne nationale en fonctionnement permanent)

Interrupteurs crépusculaires :

- Suppression progressive des cellules de type « Lumandar® » au bénéfice d'interrupteurs crépusculaires.

La détermination des heures de fonctionnement doit être étudiée en concertation avec les élus et ceci dans le cadre de l'identification des besoins intégrée dans la procédure générale de conduite d'un projet d'éclairage (figure 83).

Fonctionnement général éclairage fonctionnel :

- Heures été : coupure de 00H00 à 5H00.
- Heures hiver : coupure de 22H30 à 5H00.

Fonctionnement général des illuminations :

- Heures été : coupure de 00H00 à 5H00.
- Heures hiver : coupure de 23H30 à 5H00.

Ce travail comporte un fort volet d'économies d'énergies, dont les actions sont comptabilisées en « kWh cumac », « cumac » étant la contraction de « cumulé et actualisé ». Le cumac représente ainsi l'unité de mesure de l'économie d'énergie primaire générée par l'installation d'un équipement. Cette économie d'énergie est cumulée et actualisée à 4 % par an sur la durée de vie du produit et est intégrée aux Certificats d'Économie d'Énergie (CEE).

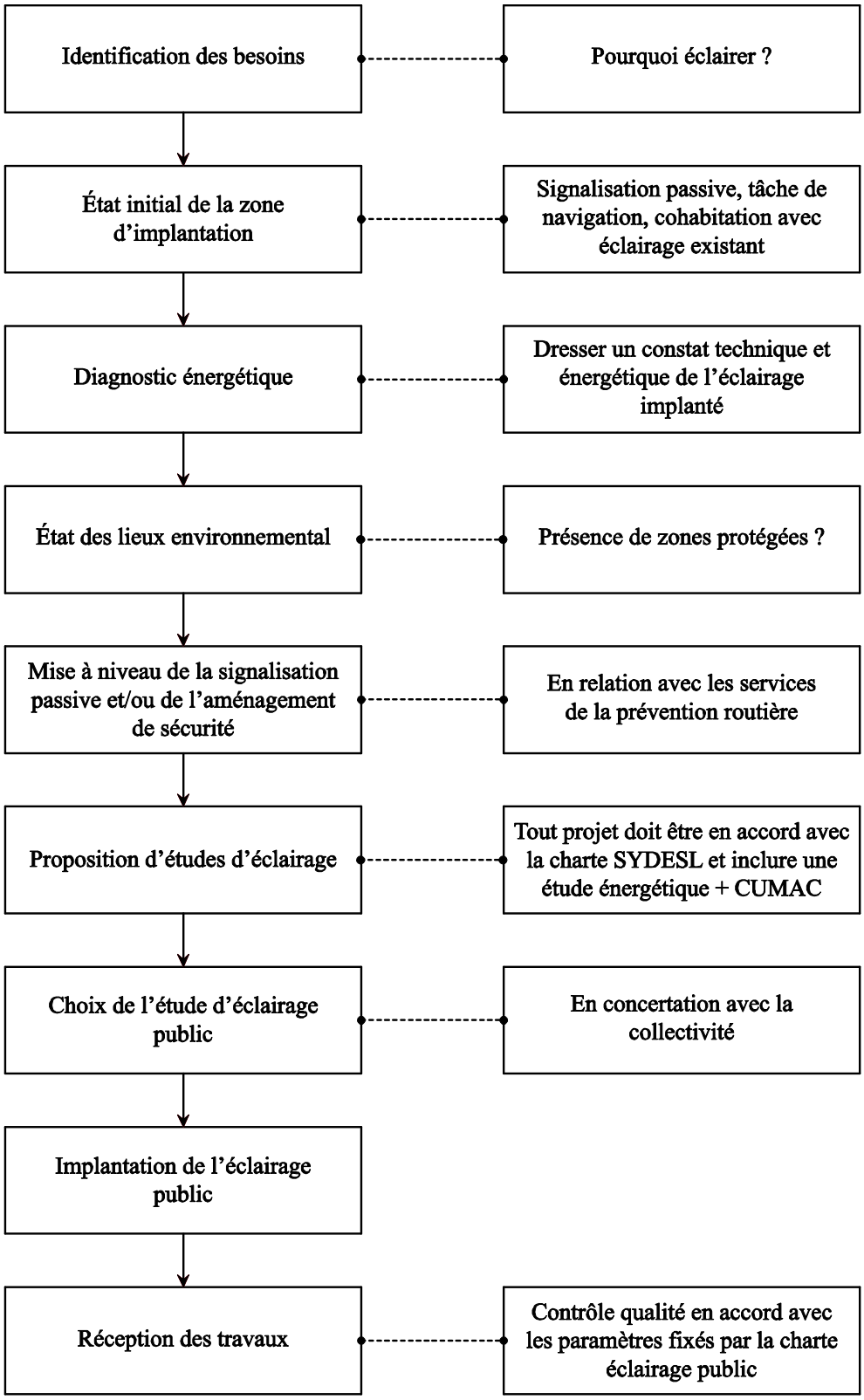


Figure 83 Proposition de procédure générale d'un projet d'implantation ou de rénovation de l'éclairage public.
Document SYDESL/ANPCEN/ThéMA (2009).

3.1.2 Dépasser les blocages et améliorer la participation commune

3.1.2.1 Des habitudes et des enjeux d'images sclérosants

Des blocages face à l'évolution des conventions hiérarchiques

Dès la finalisation du travail autour de la construction de la charte interne au SYDESL, plusieurs blocages sont apparus. Au-delà d'un blocage en termes d'orientation politique générale, consécutif à un changement de personne à la direction du syndicat d'énergies, il nous apparaît plus intéressant de souligner une masse de « micro-blocages » ayant régulièrement freiné la présentation du travail de concertation aux élus des communes adhérentes. Selon Beuret et Cadoret, « les produits de la concertation sont souvent des changements de comportements liés à l'évolution de conventions » [588]. Comme dans de nombreux processus de concertation[589], la méfiance vis-à-vis du travail mené en partenariat avec l'ANPCEN et ThéMA a été de mise au sein du SYDESL, quelques personnes hiérarchiquement supérieures au responsable de projet voyant dans notre démarche une initiative masquant la défense d'intérêts sectoriels, manquant de légitimité démocratique – alors même que la présentation et la soumission de la charte au vote des élus n'a pu avoir lieu – et, surtout, menaçant leurs prérogatives et renforçant des particularités locales qui iraient à l'encontre d'une uniformité des règles, celle-ci assurant l'ordre hiérarchique conventionnel. Sur ce dernier point, il est à souligner que l'ADEME, via la personne en charge de la maîtrise de la demande d'électricité pour les collectivités, était régulièrement tenue informée par le responsable de projet au SYDESL de l'avancement du travail et y portait un grand intérêt, voyant au travers de ce projet la préfiguration des évolutions qui pourraient découler de l'ensemble législatif Grenelle II quant aux pratiques dans l'éclairage public.

Un travail resté lettre morte ?

Le sentiment dominant chez les différentes personnes impliquées dans ce travail a tout d'abord été une certaine désillusion. Celle-ci a eu pour effet de replacer le correspondant local de l'ANPCEN sur des positions plus radicales vis-à-vis du gestionnaire de compétence, et de montrer ainsi qu'au sortir d'une concertation n'ayant pas abouti, la qualité des relations entre acteurs associatifs et acteurs institutionnels peut être fortement dégradée, jusqu'à devenir moindre que celle qui prévalait à l'entrée dans la discussion. L'image de l'ANPCEN a ainsi été fortement attaquée par quelques acteurs suite à ce travail avorté. Le responsable de projet mis en difficultés au sein du SYDESL, a eu à faire face à une obstruction manifeste lorsque le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire l'a convié à la soirée de présentation de l'article 36 du projet de Loi Grenelle I (voir § 1.2.2.2 de cette partie), à

[588] BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires. Vers une démocratie coopérative*. Paris, Charles Léopold Mayer, p. 159.

[589] BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires. Vers une démocratie coopérative*. Paris, Charles Léopold Mayer.

laquelle il n'a donc pu assister, alors même qu'il s'agissait pour lui d'une reconnaissance importante de son engagement professionnel.

Pour autant, ce travail n'est pas resté lettre morte. L'ADEME a été tenue au courant de ses évolutions, des différentes réflexions, des problèmes et solutions mis en évidence au cours des discussions entres les acteurs, et s'est montrée très intéressée par la démarche de prise en considération de l'environnement nocturne dans son ensemble par le biais de l'utilisation des ZNIEFF et ZICO. La charte a également été portée par l'ANPCEN auprès de la FNCCR. Lors d'une table ronde autour de la pollution lumineuse, organisée à Dijon par le laboratoire ThéMA, le SICECO et la Société Astronomique de Bourgogne, les acquis en termes de concertation et de méthodologie, ainsi que les limites du travail (prise en compte insuffisante de l'avis de la population, zonages « environnementaux » et « de protection » trop ambitieux ?) ont pu être présentés et discutés en présence d'élus. Enfin, le SIDEC (Jura) s'est par la suite rapproché du correspondant local de l'ANPCEN en Saône et Loire ainsi que d'autres acteurs (PNR du Haut Jura, autres associations environnementales) afin de développer un projet de charte d'éclairage public sur le modèle de celle élaborée lors de la concertation avec le SYDESL (la mise en place d'un partenariat entre le SIDEC et le laboratoire ThéMA, portant sur une modélisation fine – modèle de Lozi, 2007 – intégrable au SIG du syndicat, est en cours de discussion).

« L'œuvre du législateur n'est point complète quand il a seulement rendu le peuple tranquille. Lors même que ce peuple est content, il reste encore beaucoup à faire. Il faut que les institutions achèvent l'éducation morale des citoyens. En respectant leurs droits individuels, en ménageant leur indépendance, en ne troublant point leurs occupations, elles doivent pourtant consacrer leur influence sur la chose publique, les appeler à concourir, par leurs déterminations et par leurs suffrages, à l'exercice du pouvoir, leur garantir un droit de contrôle et de surveillance par la manifestation de leurs opinions, et les formant de la sorte par la pratique à ces fonctions élevées, leur donner à la fois et le désir et la faculté de s'en acquitter. »

De la liberté des Anciens comparée à celle des Modernes. Benjamin Constant, Discours prononcé à l'Athénée Royal de Paris, 1819

3.2 Une résolution par le Droit ?

Rappelons ici les principes généraux du Code de l'environnement, édictés en son article L.110-1 :

« I. - Les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, la qualité de l'air, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres biologiques auxquels ils participent font partie du patrimoine commun de la nation.

II. - Leur protection, leur mise en valeur, leur restauration, leur remise en état et leur gestion sont d'intérêt général et concourent à l'objectif de développement durable qui vise à satisfaire les besoins de développement et la santé des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Elles s'inspirent, dans le cadre des lois qui en définissent la portée, des principes suivants :

1° Le principe de précaution, selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable ;

2° Le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable ;

3° Le principe pollueur-payeur, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur ;

4° Le principe de participation, selon lequel chacun a accès aux informations relatives à l'environnement, y compris celles relatives aux substances et activités dangereuses, et le public

est associé au processus d'élaboration des projets ayant une incidence importante sur l'environnement ou l'aménagement du territoire.
III. - L'objectif de développement durable, tel qu'indiqué au II, répond, de façon concomitante et cohérente, à cinq finalités :

1° La lutte contre le changement climatique ;

2° La préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources ;

3° La cohésion sociale et la solidarité entre les territoires et les générations ;

4° L'épanouissement de tous les êtres humains ;

5° Une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

IV. - L'Agenda 21 est un projet territorial de développement durable. »[590]

Rappelons encore que pour toute personne, publique comme privée, l'objectif d'intérêt général de protection de l'environnement doit être intégré à toute activité :

« Les lois et règlements organisent le droit de chacun à un environnement sain et contribuent à assurer un équilibre harmonieux entre les zones urbaines et les zones rurales. Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde et de contribuer à la protection de l'environnement. Les personnes publiques et privées doivent, dans toutes leurs activités, se conformer aux mêmes exigences. »[591]

3.2.1 Où en est le droit français face à la lumière artificielle ?

3.2.1.1 Sécurité des déplacements et « protection du cadre de vie »[592]

Les dispositions générales

Nous l'avons vu, les zones commerciales sont les espaces privilégiés des enseignes lumineuses, des néons multicolores, des projecteurs de façades implantés à même le sol et éclairant en direction du ciel. Ces espaces, situés dans les marges urbaines, avec leur bâti horizontal et épars, sont parmi les plus contributeurs au halo d'agglomération et à son étalement spatial dans le temps. La lumière y est avant tout utilisée dans un but promotionnel par le biais d'enseignes et de préenseignes, même si elle vient également faciliter la tâche de surveillance de ces grands espaces.

L'article R.581-14 du Code de l'environnement[593] règlemente l'affichage, la publicité et les enseignes visible de toute voie ouverte à la circulation publique. Ces voies sont définies par

[590] Article L110-1 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre Ier : Dispositions communes. Titre Ier : Principes généraux.

[591] Article L110-2 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre Ier : Dispositions communes. Titre Ier : Principes généraux.

[592] En référence au nom du Titre VIII du Livre V de la partie législative du Code de l'environnement, dans lequel on trouvera les textes réglementant l'utilisation de la lumière artificielle à des fins commerciales (publicité, enseignes, préenseignes), et dans lequel a été intégré, suite au Grenelle de l'environnement et par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 173, un chapitre (Chapitre III) concernant la « Prévention des nuisances lumineuses » (voir § 3.2.1.2).

le Conseil d'État comme étant « les voies publiques ou privées qui peuvent être librement empruntées, à titre gratuit ou non, par toute personne circulant à pied ou par un moyen de transport individuel ou collectif ». Le Code de l'environnement, qui reprend en ce domaine les termes de la loi n° 79-1150 du 29 décembre 1979[594], abrogée en 2007, introduit une distinction d'ordre spatial (publicité en agglomération et publicité hors agglomération, voir ci-après) ainsi que la distinction entre publicité lumineuse et publicité non lumineuse. Dans son article R.581-14, le Code de l'environnement définit la publicité lumineuse comme « la publicité à la réalisation de laquelle participe une source lumineuse spécialement prévue à cet effet »[595], tout en précisant que « Les dispositions du présent chapitre ne sont pas applicables aux dispositifs de publicité lumineuse ne supportant que des affiches éclairées par projection ou par transparence, lesquels sont soumis aux dispositions du chapitre 1er [publicité non lumineuse]. »[596]

Le Droit aborde les dispositifs de publicité lumineux essentiellement sous l'angle sécuritaire, mais cette approche, même si elle ne prend nullement en compte les aspects paysagers, permet de poser un obstacle – tout relatif – au développement de la lumière et donc au conflit des différentes empreintes lumineuses (éclairage public de voirie, éclairage privatif, éclairage publicitaire). Ainsi, le fait qu'un dispositif lumineux sollicite l'attention des usagers des voies publiques dans des conditions dangereuses pour la sécurité routière constitue une infraction à l'article R.418-4 du code de la route ; selon l'article R.418-9 du code de la route, c'est l'autorité investie du pouvoir de police qui apprécie cette dangerosité. En agglomération, c'est le maire qui exerce ce pouvoir sur les routes nationales, les routes départementales et les voies de communication sous réserve des pouvoirs dévolus au préfet sur les routes à grande circulation (article L.2213-1 du Code Général des Collectivités Territoriales). Dès constatation de l'infraction, le maire peut ordonner soit la suppression du dispositif non conforme à la réglementation, soit sa mise en conformité et, le cas échéant, la remise en état des lieux. Si les intéressés ne défèrent pas à cette injonction dans le délai qui leur est imparti, le maire, dans l'intérêt de la sécurité routière, peut faire procéder d'office, aux frais des intéressés, à la suppression du dispositif et à la remise en état des lieux ou encore faire procéder à l'extinction totale ou partielle du dispositif lumineux non conforme notamment aux dispositions des articles R.418-4 du code de la route. Il n'y a pas d'étude réalisée sur la dangerosité des panneaux publicitaires

[593] Article R. 581-14 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations. Paragraphe 2 : Dispositions applicables à la publicité lumineuse.

[594] Loi n° 79-1150 du 29 décembre 1979 relative à la publicité, aux enseignes et aux préenseignes, publiée au Journal officiel de la République française du 30 décembre 1979, p. 3314.

[595] Article R. 581-14 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations. Paragraphe 2 : Dispositions applicables à la publicité lumineuse.

[596] Article R. 581-14 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations. Paragraphe 2 : Dispositions applicables à la publicité lumineuse.

lumineux et la réglementation ne soumet pas ces panneaux à une étude d'impact au regard de la sécurité routière, préalablement à leur installation. En revanche, le code de l'environnement donne la possibilité aux communes qui le souhaitent, d'instituer, dans le cadre d'un règlement local de publicité, des zones de publicité restreinte à l'intérieur desquelles la publicité lumineuse serait interdite (art. L.581-11 du code de l'environnement).

« Hors agglomération »

Le Code de l'environnement opère, en matière de publicité lumineuse, une distinction géographique entre l'extérieur de l'agglomération et l'intérieur. L'agglomération, au sens du Code de la route, est l'« espace sur lequel sont groupés des immeubles bâtis rapprochés et dont l'entrée et la sortie sont signalées par des panneaux placés à cet effet le long de la route qui le traverse ou qui le borde »[597]. En dehors des agglomérations, la publicité lumineuse – comme toute publicité – est interdite, sauf dans des zones dénommées Zones de Publicité Autorisée (ZPA) : « ces zones peuvent être instituées […] à proximité immédiate des établissements commerciaux et industriels, ou des centres artisanaux, ou dans des groupements d'habitations. » [598] De plus, la publicité « est toutefois autorisée à l'intérieur de l'emprise des aéroports ainsi que des gares ferroviaires, selon des prescriptions fixées par décret en Conseil d'État. La publicité peut également être autorisée par le règlement local de publicité de l'autorité administrative compétente à proximité immédiate des établissements de centres commerciaux exclusifs de toute habitation et situés hors agglomération, dans le respect de la qualité de vie et du paysage et des critères, en particulier relatifs à la densité, fixés par décret. »[599]

Aux côtés de ces dérogations, quelques interdictions à toute publicité, aux considérations moins « anthropocentrées », demeurent irréductibles : toute publicité est ainsi interdite sur les immeubles classés parmi les monuments historiques ou inscrits à l'inventaire supplémentaire, sur les monuments naturels et dans les sites classés, dans les cœurs des parcs nationaux et les réserves naturelles, ou encore sur les arbres. De plus « le maire ou, à défaut, le préfet, sur demande ou après avis du conseil municipal et après avis de la commission départementale compétente en matière de sites, peut en outre interdire par arrêté toute publicité sur des immeubles présentant un caractère esthétique, historique ou pittoresque. »[600]

[597] Article R. 110-2 du Code de la route. Version consolidée au 14 juillet 2010.

[598] Article L. 581-7 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité en dehors des agglomérations.

[599] Article L. 581-7 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité en dehors des agglomérations.

[600] Article L. 581-4 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 1 : Dispositions générales.

Les conflits entre parties économiques et parties environnementales ne sont que rarement réglés en faveur de ces dernières ; cependant, le maire peut utiliser ses pouvoirs de police générale, fondés sur l'article L.2212-2 du CGCT, pour « prévenir toute atteinte à l'ordre public », dont la prévention des « pollutions de toute nature »[601]. L'arrêté municipal portant réglementation dans une ZPA pourrait ainsi être attaqué par la voie d'un « recours pour excès de pouvoir » en cas d'atteinte au cadre de vie ou à la protection de l'environnement, mais en l'état actuel il est peu probable qu'une telle action puisse déboucher sur une décision en faveur de l'attaquant. Si, en théorie, la pollution lumineuse générée par les dispositifs de publicité lumineux est limitée spatialement, hors agglomération, aux ZPA, force est de constater que la réglementation de ces zones est toute relative, car soumise à des intérêts économiques, intérêts bien plus importants pour une collectivité territoriale que l'intérêt environnemental.

« En agglomération »

Le Code de l'environnement se penche également sur la publicité à l'intérieur des agglomérations. D'une façon générale, la publicité dans son ensemble est interdite en agglomération dans plusieurs cas, définis par l'article L.581-4 tout d'abord (lieux très sensibles, article commun *hors* et *en* agglomération), mais aussi par l'article L.581-8. Toute publicité est ainsi interdite dans les zones de protection délimitées autour des sites classés ou autour des monuments historiques classés, dans les secteurs sauvegardés, dans les parcs naturels régionaux, dans l'aire d'adhésion des parcs nationaux, dans les sites inscrits à l'inventaire et les zones de protection délimitées autour de ceux-ci, à moins de 100 mètres et dans le champ de visibilité des immeubles classés parmi les monuments historiques ou inscrits à l'inventaire supplémentaire, ainsi que dans les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager.[602]

Le Code de l'environnement réglemente là aussi la publicité lumineuse en particulier (sauf si, comme c'est le cas hors agglomération, la lumière n'est utilisée que pour éclairer une affiche par projection ou par transparence[603]). Ainsi, la publicité lumineuse « ne peut être autorisée dans les agglomérations de moins de 2 000 habitants sauf lorsqu'elles font partie d'un ensemble multicommunal de plus de 100 000 habitants[604]. « Les monuments naturels, les plantations, les poteaux de transport et de distribution électrique, les poteaux de télécommunication, les installations d'éclairage public ainsi que sur les équipements publics concernant la circulation routière, ferroviaire, fluviale, maritime ou aérienne, [ainsi

[601] Article L. 2212-2-5° du Code Général des Collectivités Territoriales.

[602] Article L. 581-8 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 3 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

[603] Article R. 581-14 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

[604] Article R. 581-15 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

que] les murs de clôture et autres éléments de clôture »[605] ne peuvent, eux non plus, servir de support à la publicité lumineuse. Lorsqu'elle n'est pas interdite, la publicité lumineuse est soumise à autorisation préalable du maire :

> « L'installation des dispositifs de publicité lumineuse autres que ceux qui supportent des affiches éclairées par projection ou par transparence est soumise à l'autorisation du maire. »[606]

De plus, depuis sa modification par la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement suite au Grenelle (voir ci-après), l'article R.581-9 du Code de l'environnement intègre la limitation des nuisances lumineuses émanant des dispositifs de publicité lumineux :

> « Dans les agglomérations, et sous réserve des dispositions des articles L.581-4 et L.581-8, la publicité est admise. Elle doit toutefois satisfaire, notamment en matière d'emplacements, de densité, de surface, de hauteur, d'entretien et, pour la publicité lumineuse, d'économies d'énergie et de prévention des nuisances lumineuses au sens du chapitre III du présent titre. »[607]

Par ailleurs, des Zones de Publicité Élargie (ZPE) peuvent être créées dans toute agglomération, suivant un mécanisme similaire à celui prévalant pour la création des ZPA hors agglomération. Ces ZPE permettent un plus grand développement de la publicité que le régime général, en dérogeant aux premiers alinéas de l'article L.581-8 du Code de l'environnement, « lorsque la publicité est un élément déterminant de l'animation des lieux considérés. »[608] Là aussi, le respect des dispositions générales du Code de l'environnement quant à la prise en compte de l'intérêt général de protection de l'environnement devrait s'appliquer mais, comme pour les ZPA, il semble que l'enjeu économique pour la collectivité territoriale l'emporte dans les règlements locaux.

Enseignes lumineuses, rayonnements LASER et canons à lumière

Aux côtés de la publicité lumineuse, les enseignes (« toute inscription, forme ou image apposée sur un immeuble et relative à l'activité qui s'y exerce »[609]) lumineuses fleurissent sur les éléments bâtis, à grand renfort de néons multicolores. Jusqu'au Grenelle de l'environnement, aucune réglementation particulière n'était prévue pour limiter les enseignes lumineuses. Seules les enseignes à faisceau LASER (technologie très précise, générant une lumière dite « spatialement et temporellement cohérente » au sens de la

---

[605] Article R. 581-16 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

[606] Article R. 581-9 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

[607] Article R. 581-9 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations.

[608] Article R. 581-8 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 2 : Publicité. Sous-section 2 : Publicité à l'intérieur des agglomérations

[609] Article L. 581-3-2° du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 1 : Principes généraux.

physique ondulatoire) étaient soumises – et le sont encore – à autorisation préfectorale par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement[610]. Les boîtes de nuits étaient de grandes utilisatrices de ces faisceaux, mais elles ont rapidement fait usage de canons à lumière de grande portée (les « sky-tracers ») pour contourner cette législation. Après plusieurs recours en justice d'associations d'astronomes ou d'associations de défense du ciel nocturne, entre autres, le juge administratif a adopté une vision plus restrictive des enseignes : celles-ci ne doivent pas attirer davantage l'attention qu'elles ne signalent une activité, sinon elles tombent dans le champ de la publicité. Mais par la suite, la circulaire du 26 mai 1997 du Ministère de l'environnement a précisé l'interprétation de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 en en limitant fortement l'application :

> « Seuls les dispositifs constituant des enseignes au sens de l'article 3 de la loi d'une part, et utilisant d'autre part une source de rayonnement laser entrent dans le champs d'application de l'autorisation préfectorale préalable. En spécifiant l'utilisation du rayonnement laser comme source lumineuse, le législateur a entendu réserver à cette seule technologie l'application du régime d'autorisation préalable […]. Tout système d'enseigne qui utiliserait une source lumineuse autre que le rayonnement laser, quand bien même son intensité lumineuse et sa portée seraient comparables à celle du rayonnement laser, n'entre pas dans le champ d'application de cet article. »

Aujourd'hui, et par sa modification suite au Grenelle de l'environnement, l'article L.581-18 du Code de l'environnement stipule qu'« un décret en Conseil d'État fixe les prescriptions générales relatives à l'installation et à l'entretien des enseignes en fonction des procédés utilisés, de la nature des activités ainsi que des caractéristiques des immeubles où ces activités s'exercent et du caractère des lieux où ces immeubles sont situés. Ce décret fixe également des prescriptions relatives aux enseignes lumineuses afin de prévenir ou limiter les nuisances lumineuses mentionnées au chapitre III du présent titre [voir ci-après *Les avancées du Grenelle*] »[611] Cette considération devrait désormais suffire aux associations de défense du ciel et de l'environnement nocturne pour faire interdire les canons à lumière qui tournoient encore au-dessus des villes.

3.2.1.2 Approcher l'éclairage public par la notion de « maîtrise »

Rappel des principes généraux régissant l'éclairage public en France

Rappelons ici que les candélabres d'éclairage public forment une dépendance de la voie publique sur laquelle ils sont implantés, qu'ils en constituent un bien incorporé et utile à son usage, et qu'en raison de sa nature immobilière et de sa réalisation à des fins d'intérêt général, l'ensemble du réseau d'éclairage public constitue un ouvrage public. Comme nous

[610] Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, publiée au Journal officiel de la République française du 3 février 1995, p. 1840.

[611] Article L. 581-18 du Code de l'environnement. Version consolidée au 31 juillet 2010. Partie législative. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre VIII : Protection du cadre de vie. Chapitre Ier : Publicité, enseignes et préenseignes. Section 3 : Enseignes et préenseignes.

l'avons vu en deuxième partie de ce travail, la gestion du service public de l'éclairage incombe entièrement, en France, à la commune à qui il appartient donc de définir le mode de gestion de ce service. La commune peut ainsi faire le choix de la gestion directe du service d'éclairage public (régie directe), ou en transférer l'exécution à un tiers dans le cadre d'un contrat de Délégation de Service Public. C'est ainsi qu'un groupement de communes formant un EPCI, comme un syndicat intercommunal, peut se voir transférer la compétence en matière d'éclairage public suite à la mise à disposition du bien. Notons que ces établissements ont la possibilité, depuis la loi du 20 décembre 2007 relative à la simplification du droit[612], de laisser aux communes membres la compétence relative aux travaux de maintenance sur le réseau d'éclairage public mis à disposition, mais dont elles restent propriétaires.

Comme nous l'avons déjà souligné, lorsqu'une commune délègue sa compétence en éclairage public, elle place aussi sa confiance dans le gestionnaire désigné. Néanmoins, et quel que soit le mode de gestion de l'éclairage public retenu, c'est dans tous les cas la commune qui, légalement, peut imposer des contraintes spécifiques en rédigeant, par exemple, un cahier des charges ou une charte qui devra être respecté par la personne morale à qui a été délégué le service public de l'éclairage. C'est ainsi que l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN) cible prioritairement les élus dans ses actions, afin que les conseils municipaux adoptent une charte contraignant l'éclairage public, ou bien encore un Cahier des Clauses Techniques Particulières relatives à l'éclairage public[613].

Réparer les excès d'éclairage public ?

Les installations d'éclairage public, du fait de leur statut d'ouvrage public, sont soumises au régime des dommages de travaux publics. Dès lors, les excès d'éclairage seront traités par des règles de réparation différentes selon que le dommage sera dû à un accident de travaux publics ou constituera un dommage permanent. Bien entendu, dans la plupart des cas un excès de lumière (comme la lumière intrusive, par exemple) sera analysé comme une charge sans faute et due au service d'intérêt général, imposée délibérément à certains membres de la collectivité, et entrera donc dans le champ des dommages permanents de travaux publics. La victime devra alors prouver un préjudice anormal et spécial, et pourra invoquer un trouble de voisinage. Ainsi, lorsque l'intensité de la lumière dépasse ce qui est nécessaire pour éclairer normalement la rue, un riverain peut demander au maire de modifier l'éclairage public afin de réduire les nuisances visuelles créées au voisinage. À une question

[612] Loi n° 2007-1787 du 20 décembre 2007 relative à la simplification du droit. Version consolidée au 16 mai 2009.

[613] ASSOCIATION NATIONALE POUR LA PROTECTION DU CIEL ET DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNES, 2008, *Cahier des Clauses Techniques Particulières. Eclairage Public. Modèle pour les Communes et Communautés de Communes*. NT 03/08/ANPCEN. Version d. Consultable en ligne, dernière consultation le 13 août 2010.
URL : http://astrosurf.com/anpcn/documents/cahier_clauses_techniques_ANPCEN_2008.pdf

écrite de Jean Louis Masson au Sénat sur ce sujet[614], le Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales apportait la réponse suivante :

> « En vertu de l'article L.2212-1 du code général des collectivités territoriales, le maire est chargé, sous le contrôle administratif du représentant de l'État dans le département, de la police municipale, de la police rurale et de l'exécution des actes de l'État qui y sont relatifs. La police municipale a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publiques. Elle comprend notamment les troubles de voisinage et tous actes de nature à compromettre la tranquillité publique (art. L.2212-2 du CGCT). Il appartient donc au maire de prendre les dispositions nécessaires pour faire cesser les nuisances excessives dues à l'intensité lumineuse de l'éclairage public (CAA Bordeaux - 10 juin 2008 - commune de Saint-Mary). À défaut, la responsabilité de la commune, chargée de l'entretien et du fonctionnement de l'éclairage public sur son territoire, peut être recherchée, pour les dommages causés à des tiers par cet éclairage (CAA - Bordeaux - 15 juin 1993). »[615]

Il y a donc bien une responsabilité de l'administration du fait de la gêne occasionnée par un éclairage public trop violent. Il appartient ainsi au maire de prendre les dispositions nécessaires pour faire cesser les nuisances excessives dues à l'intensité lumineuse de l'éclairage public s'il est saisi par un riverain gêné :

> « […] le dispositif d'éclairage [public] installé à proximité du domicile de M. X créait pour ce dernier des nuisances excessives auxquelles il pouvait être pallié sans qu'il soit porté atteinte à la sécurité de la circulation ; […]. »[616]

Le jugement de la Cour Administrative d'Appel de Bordeaux du 15 juin 1993 auquel fait référence le Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales dans sa réponse à la question de Jean Louis Masson, porte sur un contentieux pouvant prêter à sourire, mais illustrant le passage de décisions visant à réduire la nuisance pour l'Homme à une décision s'orientant vers la notion de pollution, de dégradation environnementale. Ainsi, le Conseil d'État a engagé la responsabilité de la personne publique pour dommage causé à des tiers, en raison du préjudice subi par des horticulteurs du fait d'un éclairage public trop important : la mise en place d'un réseau d'éclairage public de forte puissance sur une partie de la nationale 10 avait « perturbé le cycle végétal des chrysanthèmes entreposés à proximité de cette voie » et avait entrainé 287 280 francs de pertes de fleurs destinées à être vendues lors de la fête de la Toussaint 1987 :

> « […] Considérant qu'il résulte de l'instruction, notamment du rapport de l'expert mandaté par les consorts Y... et dont le juge administratif peut utiliser les conclusions à titre d'élément d'information, que la mise en place, en août 1987, d'un réseau d'éclairage public de forte puissance le long de la route nationale 10 sur la commune de Lormont, a perturbé le cycle végétal des chrysanthèmes entreposés à proximité de cette voie et appartenant aux consorts Y...,

---

[614] Question écrite n° 06540 de Jean Louis Masson (Moselle), publiée dans le JO Sénat du 11 décembre 2008 - page 2476.

[615] Réponse du Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales à la question écrite n° 06540 de Jean Louis Masson, publiée dans le JO Sénat du 27 août 2009 - page 2052.

[616] Cour Administrative d'Appel de Bordeaux, détail d'une jurisprudence administrative n° 06BX02495, 10 juin 2008, commune de Saint-Mary.

> horticulteurs et pépiniéristes ; que soixante pour cent des sept mille deux cents pots que les intéressés destinaient à la commercialisation lors de la fête de la Toussaint sont devenus invendables en raison de troubles de la floraison ; que les consorts Y..., qui ont la qualité de tiers par rapport aux ouvrages publics litigieux, ont subi de ce fait un préjudice anormal et spécial de nature à leur ouvrir droit à réparation ; [...]. »[617]

Néanmoins, il apparaît dans la jurisprudence que, si le droit peut être sensible aux excès d'éclairage et faire de la lumière l'origine d'un dommage, seul le préjudice matériel ou de nuisance semble être admis. Jusqu'aux avancées législatives du Grenelle de l'environnement, les impacts de la lumière artificielle sur les écosystèmes n'ont jamais été considéré par le Droit comme pouvant faire l'objet de réparations.

Les avancées du Grenelle, ou la « prévention des nuisances lumineuses »

Le 29 juin 2010, l'Assemblée nationale adopte le Projet de loi portant engagement national pour l'environnement[618]. Sous le Titre V, intitulé « Risques, santé, déchets », en son chapitre premier relatif à l'exposition à des nuisances lumineuses ou sonores, est adopté l'article 173 stipulant que le Titre VIII du livre V du Code de l'environnement est complété par un chapitre III relatif à la pollution lumineuse (voir Annexes). Cette nouvelle version du Code de l'environnement est adoptée le 12 juillet 2010 et publiée au Journal officiel de la République française le 13 juillet 2010. Ce chapitre relatif à la « prévention des nuisances lumineuses » apparaît comme le texte fondateur de l'ère du traitement législatif de la pollution lumineuse en France : il fait en quelque sorte la synthèse des quelques pistes envisageables jusqu'alors pour limiter le développement à outrance de l'éclairage artificiel privatif, et étend l'argumentaire aux installations d'éclairage public pour lesquelles, comme nous l'avons vu, il n'existait pas jusqu'à présent de cadre légal spécifique. Le texte et le débat parlementaire qui l'a accompagné ont également eu le mérite de porter la question de la pollution lumineuse et son argumentaire environnemental et énergétique à la connaissance des élus nationaux :

> « La pollution lumineuse représente un enjeu en matière de biodiversité, mais aussi en termes de sobriété énergétique : trop de lumière dans les villes – et même dans les villages, où l'étalement urbain a pour conséquence de faire pousser les résidences comme des champignons – constitue une menace pour certaines espèces, mais aussi une consommation d'énergie représentant un poste budgétaire important pour nombre de communes. »[619]

Le texte s'articule autour des dangers ou trouble excessif aux personnes et à l'environnement (voir Annexes), ce qui devrait faire rentrer dans son champ d'application la lumière intrusive et l'idée de limitation de toute lumière éclairant ailleurs que la surface

---

[617] Cour administrative d'appel de Bordeaux détail d'une jurisprudence administrative n° 90BX00369 90BX00385, 15 juin 1993, commune de Lormont.

[618] Assemblée Nationale, 2010 (29 juin), *Projet de loi portant engagement national pour l'environnement*. Texte adopté n° 504, dit « Petite loi ». Consultable en ligne, dernière consultation le 9 août 2010. URL : http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/ta/ta0504.pdf

[619] Déclaration de Christophe Bouillon, député, relevée dans *Le Moniteur*, article en ligne, dernière consultation le 14 août 2010. URL : http://www.lemoniteur.fr/135-planete/article/actualite/703065-grenelle-2-un-cadre-legal-pour-reduire-les-pollutions-lumineuses

utile (impacts écologiques). Certains élus auraient néanmoins voulu que ce texte aille plus loin, notamment au sujet de la limitation des enseignes lumineuses de publicité. Un amendement avait ainsi été déposé dans ce sens, demandant que les maires se voient confier un pouvoir réglementaire afin de limiter, en intensité et en durée, la pollution lumineuse d'origine commerciale. D'autres amendements avaient également été déposés afin que le texte ait un ancrage environnemental plus marqué, mais ceux-ci ont également été rejetés (on trouvera en annexe l'ensemble des amendements proposés par la Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire lors de la séance du 3 février 2010 à 21h30, ainsi que les discussions du Sénat autour de ce texte).

Il faut bien souligner qu'à l'heure actuelle les décrets d'application ne sont pas encore publiés. Ce chapitre III se contente donc d'édicter des principes généraux. Les décrets sont prévus pour courant septembre 2010, mais quelques difficultés de concertation entre certains acteurs institutionnels de l'éclairage et les associations participant à la Commission de Normalisation X90 de l'AFNOR pourraient entrainer un retard dans leur publication.

Un processus simplifié d'étude d'impact environnemental pour l'éclairage ?

L'étude d'impact est partie intégrante du mécanisme de l'évaluation environnementale, et en constitue l'outil privilégié pour l'évaluation des travaux et projets d'aménagement. Il s'agit, initialement, d'une étude qui vise à apprécier les conséquences environnementales d'un projet pour en limiter, atténuer ou compenser les impacts négatifs. On parle aujourd'hui d'étude d'impact pour tout dossier qui examine les conséquences d'un projet, mais cette extension sémantique est à manier avec prudence : la connaissance est une première étape de l'action, mais elle n'en constitue pas le tout. L'étude d'impact doit-elle mener à l'action intégratrice en matière d'aménagement, ou doit-elle s'arrêter après avoir apporté la connaissance, l'évaluation ?

Nous pensons, avec le législateur, qu'il s'agit bien ici d'un instrument visant à améliorer la décision par une prise en compte explicite des considérations environnementales, et visant également à fournir une base solide pour la gestion des conséquences, sur l'environnement, des actions d'aménagement. De plus, il apparaît dans la démarche de l'évaluation environnementale, que celle-ci permet aux citoyens de s'exprimer sur les modifications prévisibles – car étudiées, quantifiées – de leur cadre de vie. L'étude d'impact se positionne donc pleinement parmi les préoccupations du Code de l'environnement en favorisant l'intégration des objectifs fondamentaux de protection de l'environnement et de développement durable. Le Code de l'environnement nous rappelle d'ailleurs que « les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact. »[620] L'article R.122-3 de la partie réglementaire du Code de l'environnement stipule ainsi que :

[620] Article L. 122-1 du Code de l'environnement (en vigueur au 14 juillet 2010). Partie législative. Livre Ier : Dispositions communes. Titre II : Information et participation des citoyens. Chapitre II : Evaluation environnementale. Section 1 : Etudes d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements.

« I. - Le contenu de l'étude d'impact doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.
II. - L'étude d'impact présente successivement :

1° Une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ou ouvrages ;

2° Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique ;

3° Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés qui font l'objet d'une description, le projet présenté a été retenu ;

4° Les mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;

5° Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation ;

6° Pour les infrastructures de transport, l'étude d'impact comprend en outre une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité ainsi qu'une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter. »[621]

Les « émissions lumineuses » sont donc directement prises en considération par le processus d'étude d'impact en termes d'effets sur la commodité du voisinage (lumière intrusive) et, au vu de l'ensemble du paragraphe R.122-3-II-2°, on peut légitimement penser qu'elles doivent aussi être considérées vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité (« la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel »[622]).

Cependant, le champ d'application de l'étude d'impact environnemental est bien trop restreint pour pouvoir y intégrer les ouvrages d'éclairage : l'étude d'impact n'est exigée que pour des ouvrages importants en termes de dimensions ou d'incidences sur le milieu. Les exceptions au principe de soumission de tous les ouvrages à étude d'impact sont nombreuses ; ainsi, n'y sont pas soumis les aménagements, ouvrages et travaux sur les voies

[621] Article R. 122-3 du Code de l'environnement (version en vigueur au 17 août 2010). Partie réglementaire. Livre Ier : Dispositions communes. Titre II : Information et participation des citoyens. Chapitre II : Evaluation environnementale.

[622] Article R. 122-3 du Code de l'environnement (version en vigueur au 17 août 2010). Partie réglementaire. Livre Ier : Dispositions communes. Titre II : Information et participation des citoyens. Chapitre II : Evaluation environnementale.

publiques et privées, notamment les travaux de renforcement et travaux de sécurité, lorsque ces derniers sont localisés et d'un montant inférieur à 1 900 000 euros. Cette exception rejette définitivement les ouvrages d'éclairage en-dehors du champ d'application de cet outil d'évaluation environnementale.

Pour autant, envisager la mise en place, pour l'éclairage public, d'une sorte de processus d'étude d'impact simplifiée, dans le cadre législatif issu du Grenelle de l'environnement, est-il complètement illusoire ? Il semble, au moment où s'apprêtent à sortir les décrets d'application du Grenelle de l'environnement, qu'il ne soit pas inopportun d'envisager, pour les syndicats d'énergies et les services techniques en charge de l'éclairage public des différentes collectivités, une formalisation d'une procédure qualité qui reprendrait les quatre premières étapes d'une étude d'impact telle qu'elle peut être menée pour de vastes aménagements (Code de l'environnement, article 122-3-II-1 à 5). Au-delà, dans la perspective de conservation, voire de restauration de la qualité de l'environnement et du ciel nocturne dans certains espaces, une procédure plus élaborée devra inéluctablement être mise en place afin, à partir d'un état des lieux, de cibler les différentes actions à entreprendre pour mener à bien ces aménagements. Dans tous les cas, il apparaît plus que nécessaire pour la validité de ces études, de disposer d'une batterie d'indicateurs permettant la quantification des nuisances et pollutions engendrées par la lumière artificielle.

3.2.1.3 Le ciel et la nuit face au droit

Le ciel, zone d'ombre du droit

Goranson, du *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA, États-Unis) souligne en 2007, dans un article en ligne (*in Projetc Syndicate*) intitulé *La disparition du ciel*, « l'étrange situation régissant les cieux » en matière de réglementation, à l'heure où la mondialisation de la pollution et des technologies appelle des textes internationaux pour solutionner certains contentieux. Partant du domaine aérospatial, il donne ainsi l'exemple d'un astronaute américain ayant lâché par inadvertance un outil en orbite, « éveillant les craintes que cet objet potentiellement dangereux lancé à grande vitesse à travers l'espace puisse détruire un satellite, voire menacer des vies dans la haute atmosphère ». Ou encore celui de la Chine qui, en ayant fait exploser l'un de ses satellites en 2003, a multiplié par deux le nombre de débris de petite taille en orbite, débris dangereux pour les autres engins spatiaux.

Goranson (2007), à partir de ces deux exemples, nous rappelle que, dans la plupart des cas, la réglementation du ciel reflète celle des océans et ne s'applique qu'à son exploitation commerciale, militaire et scientifique. L'espace est donc essentiellement conceptualisé par le biais des circulations : avions de ligne et vols militaires évoluent dans un espace aérien contrôlé, proche du sol. Plus haut, la nationalité souveraine diminue au fur et à mesure que l'altitude augmente, et les quelques traités sur cette question sont respectés pour la simple

raison que seul un nombre limité de nations a les moyens de placer des engins spatiaux en haute altitude.

Mais cette seule définition aérospatiale du ciel est obsolète, car ne sachant pas faire face à de nouveaux problèmes, liés au partage de l'atmosphère par la population mondiale. La pollution atmosphérique, par l'augmentation d'origine anthropique des concentrations de gaz à effet de serre par exemple, circule par l'intermédiaire des courants atmosphériques en ignorant les traités de partage des espaces aériens. Le Droit se heurte donc bien ici, une fois de plus, au problème du partage des ressources communes, encore dépendant pour beaucoup d'un contrôle néocolonial. Et Goranson de conclure par ces mot son article :

> « Le problème avec les modèles régulateurs existants tient peut-être au fait que l'atmosphère est perçue comme pouvant être utilisée sans discrimination. Nous avons une compréhension intuitive de l'importance des limites lorsque la disparition des cieux est formulée de manière poétique. Au fur et à mesure que la pollution lumineuse couvre des zones de plus en plus importantes de la planète, nous perdons l'un de liens les plus anciens avec la nature : l'antique inclination à regarder les étoiles. Si la disparition des abeilles ne nous incite pas à adopter des lignes directrices formelles sur le partage de l'atmosphère, espérons qu'un ciel vide saura nous y inciter.
>
> Le ciel doit appartenir à tous. De même que son utilisation incontrôlée lèse tout le monde, les bénéfices que l'on peut en retirer doivent profiter à tous, avec pour condition préalable l'adoption de droits démocratiques internationaux régissant ce qui est à l'évidence un patrimoine commun de l'humanité. »

Pour le droit, une notion difficile à saisir

L'appropriation de la globalité du ciel – cet objet si difficilement cernable car non matériel et non touchable – par le Droit doit inévitablement passer par la notion de paysage qui, elle, l'intègre sensiblement. Mais là encore, le juriste se heurte à l'absence de définition, par sa matière, de cet objet : si la loi de 1976 sur la protection de la nature parle, dans son article 1, de « protection des paysages », aucune définition n'en est donnée. Il en est de même pour la loi de 1977 sur l'architecture, traitant du « respect des paysages naturels et urbains » (article 1), ou pour la « loi paysages » du 8 janvier 1993 qui – paroxysme du vide juridique – ne parvient pas à définir son principal objet. Si le paysage fait donc – même difficilement – partie intégrante de certains textes de loi, c'est bien sous ses aspects diurnes et non nocturnes. Si elle ne parvient pas à définir clairement son objet, la loi du 8 janvier 1993, dite « loi paysages », est néanmoins la première à aborder leur protection et leur mise en valeur. Elle prévoit ainsi que l'État puisse prendre, sur des « territoires remarquables par leur intérêt paysager » définis en concertation avec les collectivités territoriales, des directives (approuvées par décret en Conseil d'État) de protection et de mise en valeur des paysages. Le décret du 11 avril 1994 portant sur les directives paysagères note que l'aspect remarquable des territoires, de par leur intérêt paysager, est établi « soit par leur richesse particulière en matière de patrimoine ou comme témoins de modes de vie et d'habitat ou d'activités et de traditions industrielles, artisanales, agricoles et

forestière »[623]. Cette phrase exprime pleinement la diversité de ce qui peut être couvert par le droit, sous le concept de paysage, mais elle illustre aussi le flou qui règne autour de cette notion dans le droit français.

La loi paysages prévoit également que les documents d'urbanisme « opposables aux tiers » (Plan d'Occupation des Sols au moment de l'adoption de la loi, Plan d'Aménagement de Zone) doivent comprendre parmi leurs objectifs la préservation qualitative des paysages et la maîtrise de leur évolution. C'est ainsi que les déclarations de travaux et les permis de construire doivent préciser – documents graphiques et/ou photographiques à l'appui – l'insertion dans l'environnement et l'impact visuel du bâti et de ses accès et abords. Mais, si elle institue « les directives paysagères » (article 1 de la loi L.93-24 du 8 janvier 1993) – outil par ailleurs très centralisé –, cette loi n'a aucun caractère contraignant, si ce n'est l'obligation faite aux documents d'urbanisme d'être « compatibles ». De plus, il paraît difficile d'apprécier – suite aux difficultés de définition – quels territoires sont à considérer comme « remarquables » par leur intérêt paysager, cet intérêt découlant directement de « l'unité et de la cohérence du territoire ou de sa richesse particulière » (article 1 du décret n° 94-283 du 11 avril 1994). La circulaire du 21 novembre 1994 pour l'application du décret du 11 avril 1994 nous donne une liste exhaustive (non entièrement reprise ici) des critères justifiant la mise en œuvre d'une directive paysagère : « végétal ou minéral, naturel ou urbain, ouvert ou fermé, façonné par l'homme ou par la nature, son caractère remarquable peut être lié autant à ses composantes géographiques ou visuelles qu'à son contexte historique ou culturel »[624]. Et certains de considérer que l'aspect esthétique d'un paysage peut aujourd'hui fonder seul sa protection, son caractère remarquable pouvant être lié à ses composantes visuelles[625] ; le ciel ne serait alors pas en reste, car porteur de « composantes visuelles » fortes – même si complexes –, comme ses éclipses, ses aurores boréales et autres phénomènes très éphémères, mais aussi ses planètes mouvantes, ses étoiles immuables rassemblées en constellations mythologiques, le tout pris dans un sempiternel manège. Les juristes espagnols l'ont bien compris, qui intègrent désormais dans leur législation le ciel comme partie d'un paysage : la loi catalane du 31 mai 1998 dispose, dans son préambule, que le ciel constitue une partie du paysage naturel et doit être protégé à ce titre[626]. Cette intégration du ciel nocturne au paysage en tant qu'élément esthétique fort pourrait alors constituer la base d'une reconnaissance patrimoniale de celui-ci comme facteur « d'épanouissement des êtres humains » et « composante essentielle du cadre de vie des populations, expression de la diversité de leur patrimoine commun culturel et naturel,

[623] Décret n° 94-283 du 11 avril 1994 pris pour l'application de l'article 1er de la loi du 8 janvier 1993.
[624] Circulaire n° 94-88 du 21 novembre 1994 prise pour l'application du décret n° 94-283 du 11 avril 1994 relatif aux directives de protection et de mise en valeur des paysages.
[625] MAKOWIAK J., 2004, *Esthétique du droit*. Paris, LGDJ, p. 271.
[626] Ley 6/2001 de 31 de mayo, *De ordenacion ambiental del alumbrado para la proteccion del medio nocturno*, DOGC, n° 3407, p. 8682.

et fondement de leur identité »[627], suivant ainsi la voie de la Convention européenne du paysage adoptée à Florence le 20 octobre 2000 et ratifiée par la France le 17 mars 2006.

La considération du noir comme acteur à part entière des paysages et de leur qualité

Griselin, Ormaux et Wieber n'oublient pas, dans leur définition du paysage, sa dimension temporelle, notamment son évolution née des « temps cycliques de la vision »[628] :

> « Si le paysage n'est pas un organisme vivant au sens propre du terme, il est cependant continuellement affecté par le temps qui passe et qui, sans cesse, le fait naître, changer, mourir même. Cette inscription dans le temps n'est pas simple car les naissances, les modifications et les disparitions sont à la fois physiques, psychologiques, culturelles et sociales. Cela nous amène à employer le pluriel (les temps) pour un phénomène qui, dans l'absolu, est unique et s'écoule inexorablement, de secondes en minutes, de mois en années, de siècles en millénaires… […]
>
> À l'échelle du temps court, le paysage présente une certaine stabilité. Cependant les images qu'il offre sont l'objet de variations qui modifient ses aspects, en vibrations plus ou moins amples et régulières autour d'un point moyen. Cela se produit de plusieurs façons :
>
> - quand la lumière de l'instant varie, au passage d'un nuage qui modifie complètement le spectacle, par exemple ;
> - par les aléas météorologiques qui introduisent des éléments passagers (la neige) ou qui suppriment la vue (le rideau de pluie, le brouillard) ;
> - par la dynamique biologique liée aux saisons qui soumettent le paysage au rythme des phénophases ;
> - par les horaires et les calendriers qui scandent la vie des sociétés et des individus : plages d'été et d'hiver, rue de jour et de nuit, place en fête ou un jour courant, foule des heures pleines et vide des heures creuses, etc. »

Nous ne pouvons ici que suivre cette approche temporelle, en y soulignant le rôle des variations du jour et de la nuit, ainsi que de la variabilité saisonnière de leur durée. De plus, l'intérêt d'un paysage – et donc, dans la perspective du droit, l'aspect « remarquable » d'un territoire – découle souvent de la richesse biotopique qu'il offre (rappelons que le biotope est un milieu physique spatialement délimité dans l'espace et de composition strictement définie), à laquelle peuvent venir s'ajouter des éléments humains, des « construits » (bâti, cultures). Ainsi, si la richesse biotopique d'un territoire est fonction des éléments paysagers classiques (flore, faune, reliefs et cours d'eau), elle est donc aussi intrinsèquement liée à la qualité de son temps nocturne, ce temps qui voit s'activer près de 80 % des espèces d'insectes qui forment un maillon essentiel de la chaîne faunistique et floristique, ce temps qui est celui de la migration des oiseaux, ce temps qui est celui des

---

[627] Conseil de l'Europe, 2000, Convention européenne du paysage, Chapitre II – Mesures nationales, Article 5 – Mesures générales. Ouverte à la signature le 20 octobre 2000 à Florence, ratifiée par la France le 17 mars 2006 et entrée en vigueur le 1er juillet 2006. Consultable en ligne, dernière consultation le 17 août 2010. URL : http://conventions.coe.int/Treaty/fr/Treaties/Html/176.htm

[628] GRISELIN M., ORMAUX S. et WIEBER J.-C., *Statut temporel du paysage*. Document consultable en ligne, dernière consultation le 16 août 2010. URL : http://thema.univ-fcomte.fr/paysage-eco/hypergeo/statut-temp.pdf

chauves-souris, ou bien encore des petits mammifères. Chacun de ces éléments faunistiques joue un rôle considérable dans la reproduction des plantes angiospermes et gymnospermes par le biais de la pollinisation, ce service écologique rendu par la biodiversité. En explorant les fleurs entomophiles à la recherche de nectar, les insectes comme les abeilles, papillons, diptères ou coléoptères récoltent involontairement des grains de pollen qu'ils abandonneront ailleurs, dans une autre fleur. La spécialisation de chaque insecte dans la récolte du pollen d'une ou de quelques espèces en particulier fait que celui-ci bénéficie souvent d'un transport ciblé jusqu'à une autre fleur de la même espèce. Cette pollinisation peut également se faire par les oiseaux (ornithophilie), les chauves-souris (chéiroptérophilie) ou d'autres mammifères (petits marsupiaux, rongeurs).

Ainsi apparaît-il que préserver une certaine diversité faunistique nocturne, c'est contribuer directement à préserver une diversité floristique et donc, souvent, l'intérêt paysager et la « remarquabilité » d'un territoire. Une piste à explorer pour le juriste, dans l'optique de réduction de la pollution lumineuse, serait alors de ne pas passer exclusivement par la protection du ciel nocturne, mais bien de passer par le nocturne dans son ensemble, le noir, comme temps et élément physique majeur du biotope, et donc comme élément fondamentalement constitutif de la « richesse » particulière de ce territoire.

Conclusion

Après un bref rappel des évolutions scientifiques et politiques participant d'une montée de la pensée environnementale, quelques outils conceptuels de l'économie de l'environnement nous ont permis de mieux caractériser les différents impacts de la lumière artificielle nocturne, apportant ainsi une réponse au débat sémantique récurrent quant à leur appellation. Nous avons soutenu ici que la lumière artificielle, ne dégradant pas directement le bien « ciel étoilé » mais son accessibilité, constitue vis-à-vis de celui-ci une nuisance ; le terme « pollutions lumineuses » est donc à retenir pour définir les différents effets et impacts écologiques et sanitaires de la lumière artificielle. Nous avons montré par la suite l'émergence de ce nouveau bien environnemental, bien public pur par excellence, et sa saisie par les astronomes professionnels et amateurs, en pleine période d'étalement urbain massif. La constitution de ces nouveaux acteurs en Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (ANPCN) se fait au moment où la lumière artificielle investit solidement le champ de la science écologique, puis celui de la médecine, leur permettant ainsi d'élargir un argumentaire trop « astrocentré » aux yeux des acteurs institutionnels de l'éclairage et de l'orienter vers l'environnement nocturne dans son ensemble.

Les propositions faites par ces nouveaux acteurs pour diminuer les nuisances et pollutions lumineuses sont de deux types, suivant ainsi deux voies bien distinctes dans les politiques de préservation de l'environnement. La première consiste en une protection spécifique et localisée, visant la sauvegarde de la qualité du ciel nocturne à l'intérieur de « réserves de ciel étoilé », essentiellement autour d'observatoires astronomiques. La seconde voie est celle d'une protection générique – du nocturne dans son ensemble (écosystèmes, ciel étoilé, paysages, etc.) – et globale, c'est-à-dire non restreinte à quelques sites ; c'est donc la voie de la réduction généralisée des niveaux d'éclairement des différents espaces, dont le milieu urbain, intégrant la dimension nocturne à la Trame Verte et Bleue. Face à ces revendications, les oppositions ont très tôt fait leur apparition, forçant les acteurs associatifs à entrer dans la conflictualité. Cet engagement se fait à plusieurs niveaux, mais nous avons montré que – de façon assez classique au regard de la conflictualité d'usage des espaces dans son ensemble – la saisie en masse de conflits locaux, assortie d'une argumentation globale, a servi une montée en généralité visant à légitimer les

revendications aux yeux du législateur. Les collectivités trouvent cependant de plus en plus d'intérêt dans les propositions de l'ANPCEN[629], non pas pour la protection du ciel ou de l'environnement nocturnes, mais bien, avant tout, en réponse à la dégradation de l'état de leurs finances. Ce facteur, combiné au contexte national d'incitation par l'ADEME ou le MEDAD[630] aux économies d'énergies, prépare un terrain favorable à des négociations locales.

En exposant un travail de négociation[631], avorté dans sa phase de concrétisation territoriale par une succession de « micro-blocages » institutionnels et politiques, nous montrons que la conflictualité est, néanmoins, encore très présente. La concertation engendrant souvent des changements de comportements liés à l'évolution des conventions au sein d'une structure, elle peut faire naître de nouveaux conflits internes. Ceux-ci laissent des traces profondes chez les différents acteurs, et nous révèlent que le non aboutissement d'une négociation peut fortement dégrader la qualité de leurs relations, les faisant revenir à des positions plus radicales que celles qui prévalaient avant l'entrée en négociation. Nous pensons ainsi qu'en matière de réduction des nuisances et pollutions lumineuses, la complexité du jeu d'acteurs et les enjeux politiques sous-jacents font que la négociation coasienne ne saurait être efficiente. Aussi, nous pensons qu'il est du ressort de l'État de s'emparer, pour la protection de ces biens publics purs non appropriables que sont le ciel et la nuit, de la problématique de la lumière artificielle. Nous avons donc dressé un état des lieux de la prise en charge de cette lumière artificielle par le Droit, soulignant la nécessité, pour celui-ci, de s'ouvrir à la considération du noir et du ciel nocturne comme fondements de la qualité des paysages, tant nocturnes que diurnes.

[629] L'ANPCN a, en novembre 2007, introduit explicitement la protection de l'environnement nocturne dans son champ d'action, devenant ainsi l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN). Ce changement de nom est fortement porteur de sens et traduit la nécessité, pour l'association, de dépasser le cadre du seul « ciel nocturne », devenu un carcan.

[630] Nous donnons le nom du ministère au moment de l'annonce de la tenue d'un « Grenelle de l'environnement ». Le MEDAD est devenu, depuis, MEEDDAT, et aujourd'hui MEEDDM.

[631] Travail mené conjointement par le SYDESL, l'ANPCEN et le laboratoire ThéMA, ayant conduit à l'écriture d'une charte interne au syndicat contenant plusieurs mesures opérationnelles permettant une meilleure efficience énergétique et une réduction des nuisances et pollutions lumineuses.

CONCLUSION GÉNÉRALE

« Je crois qu'on n'a pas encore assez démontré à quel point la destruction de notre environnement naturel n'atteint pas seulement le monde extérieur mais l'homme lui même, en atrophiant en lui certaines facultés que développent le contact avec la nature : son sens de l'harmonie, par exemple, en relation , selon moi, avec sa faculté de percevoir ce qui est bon et juste. Livré au seul circuit des produits artificiels et interchangeables, l'être humain risque de voir s'amoindrir en lui toute sensibilité à la beauté et tout respect à l'égard d'un univers immense qui lui a été « donné », qui n'est pas un produit, parmi d'autres de son activité, et dont l'énigme subsiste. »

Konrad Lorenz

Une lumière symbolique face à une nuit ambivalente

Moment d'une possible « dénormalisation », « contre-temps » du travail pour 80 % des salariés, creux que l'on rempli de plaisirs et de fêtes sans surveillance apparente. La nuit est le temps des possibles, le temps du rapprochement des corps, le temps de l'inversion des jeux sociaux ; elle donne aux noctambules le sentiment d'une liberté accrue. Toute nuit urbaine doit ainsi offrir à ses usagers – pour que la ville « bouge », soit agréable, soit « branchée » – un maximum de lieux de festivités. Les pratiques artistiques, elles aussi, affectionnent particulièrement la nuit, qui leur offre un moment d'inspiration forte. Musiciens, peintres, écrivains, photographes ou cinéastes y trouvent une inspiration décuplée, mais toujours à l'image de ce qu'elle suscite en nous. La nuit des artistes est tour à tour, amicale, festive, émotive, romantique, fantasque, érotique, flamboyante, angoissante, violente.

Car la nuit est aussi peuplée de personnages effrayants, de loups-garous et autres animaux fabuleux participant d'un « folklore de la peur » et structurant nombre de récits d'enfants, de récits pour enfants. Nuit des perceptions déformées, aussi, pour l'adulte qui construira une dramaturgie entière à partir d'événements anodins, de « faits divers » nocturnes observés à travers la loupe de médias d'informations cherchant à rivaliser – à grands renforts d'« immersion » et de « caméras embarquées » – avec les meilleures séries télévisuelles ou les « polars » qui font de la nuit l'actrice des pires crimes et des pires disparitions, suscitant chez le téléspectateur et le lecteur la mise en œuvre de mécanismes de réassurance. Cette image que nous avons de la nuit – qui, par définition, est le moment du sombre, de l'obscure, du ténébreux – est fortement liée aux différentes mythologies du noir, profondément ancrées dans l'histoire de la civilisation occidentale. Ainsi de la

déchéance de Lucifer, de la Chute originelle, ou encore des théories du complot qui font de la nuit le temps de la conspiration.

La lumière étant l'antithèse du noir et de la nuit, elle porte en elle les valeurs du bien, de la foi, de la vérité ou encore du savoir. Ces différentes valeurs sont immédiatement projetées dans l'éclairage artificiel lorsque celui-ci fait son apparition dans la ville, et le projet lumière revêt alors une adhésion quasi unanime. L'essor de la lumière artificielle se fait ainsi graduellement, suivant les différentes pensées et pratiques urbaines et servant l'image d'une modernité toujours renouvelée. Elle doit ainsi aider au fondement de l'ordre étatique sur la rue, puis accompagner l'hygiénisme haussmannien et la nouvelle pensée fonctionnelle, avant de permettre la circulation confortable et rapide dans la ville automobile ainsi que la « surveillance naturelle » des espaces dans le cadre de la politique de prévention situationnelle. Dans les années 1980 naissent de nouveaux enjeux, qui imposeront de ne plus parler d'éclairage public mais de « lumière urbaine » : celle-ci doit désormais recomposer les espaces, mettre en valeur le patrimoine bâti et donc promouvoir l'image de marque de la ville. Commence alors une course effrénée à la mise en lumière, à l'aide de documents d'urbanisme planificateurs : chartes lumière, plans lumière et Schémas Directeurs d'Aménagement Lumière s'accumulent dans les grandes villes puis, à la fin des années 1990, atteignent les clochers et places des villages les plus isolés. Aujourd'hui, certaines voix s'élèvent au sein même de la profession de concepteur lumière : la mise en lumière a besoin, pour être esthétique et ne pas participer d'une « touristisation » à outrance, d'une part d'ombre.

Les effets négatifs de la lumière

La lumière artificielle n'est pas que plus-value, bénéfices : des coûts lui sont attribués, qu'il convient de ne pas occulter. L'éblouissement généré par la vision directe des sources lumineuses, et les halos de lumière nimbant les agglomérations empêchent la vision du ciel nocturne, coupant une part non négligeable de la population d'une ressource aux enjeux socioculturels majeurs. Les halos lumineux marquent leur empreinte sur les territoires, aux différentes échelles. Ainsi de cette image satellitale, désormais bien connue, de la Terre vue de nuit, qui traduit l'accès à l'énergie lumineuse et donc la richesse des pays, le taux d'urbanisation de la population et des territoires. À l'échelle d'un pays comme la France, ou d'une de ses régions, l'empreinte lumineuse peut être rattachée à l'image convoluée – sous l'effet de la diffusion atmosphérique de la lumière – des densités de population. La lumière s'extrait alors largement des seules limites morphologiques de la ville et révèle une empreinte urbaine quasiment ininterrompue et de structure filamenteuse. L'empreinte lumineuse est partout, même au cœur d'un rural dit « profond », qui reste souvent mité par la lumière. À échelle très fine enfin, les luminaires marquent leur empreinte au-delà de ce que les professionnels de l'éclairage eux-mêmes nomment la « surface utile », générant la déperdition d'une lumière qui se fait intrusive, et la baisse d'efficience énergétique des installations d'éclairage.

Les astronomes, observateurs inlassables du ciel nocturne depuis l'extérieur des villes, ont été les spectateurs privilégiés de la montée en puissance des halos lumineux : l'étalement urbain accéléré des années 1970-1980 a fait grandir la ville et a vu se rapprocher des observatoires le front d'urbanisation, obstruant toujours plus la vue du ciel étoilé, ce bien nécessaire à l'exercice de leur métier ou de leur passion. Les astronomes se sont donc saisis d'un nouveau bien environnemental, le « ciel étoilé », pour le défendre face à la lumière artificielle, soulignant les coûts de celle-ci. Le ciel étoilé est l'une des plus grandes portes d'entrée dans la culture scientifique, en empêcher l'accès participe de son appauvrissement. Pourtant, la compréhension des concepts et raisonnements scientifiques apparaît capitale à l'heure où le citoyen est appelé à s'exprimer sur nombre de sujets dont la dimension scientifique revêt une importance majeure.

Alertés par ces impacts sur le ciel nocturne, les écologues ont mis en avant les coûts environnementaux de l'éclairage, montrant que les écosystèmes sont eux aussi fortement perturbés par la lumière artificielle. De nombreux effets sont ainsi observés sur la faune par les biologistes, à plusieurs échelles. Ces effets relèvent essentiellement, à échelle fine, de mécanismes d'attraction (espèces photophiles) et de répulsion (espèces photophobes) par les sources lumineuses, ainsi que de perturbations, à échelle plus large, d'espèces se trouvant désorientées par les halos lumineux des agglomérations (cas des oiseaux migrateurs s'orientant naturellement grâce à la luminosité de la Lune et des étoiles). De nombreux troubles comportementaux sont également relevés, impactant les communautés et les écosystèmes à des échelles de temps variables. Les comportements reproductifs s'avèrent ainsi modifiés selon les niveaux de luminosité ambiants, les communications intraspécifiques sont affectées, et les espaces et temps de prédation sont bouleversés, faisant naître de nouvelles compétitions, aussi bien interspécifiques qu'intraspécifiques.

Enfin, la recherche médicale montre que l'alternance naturelle du jour et de la nuit est le principal marqueur exogène des rythmes circadiens de l'Homme, servant à « caler » l'horloge biologique interne et notamment la sécrétion de plusieurs hormones. Ainsi du rythme circadien de la mélatonine, hormone chronobiotique majeure dont la sécrétion entraine à sa suite tout un ensemble d'oscillations périphériques. La désynchronisation de cette rythmicité circadienne s'accompagne d'un ensemble de signes tels que la fatigue, la dégradation de la qualité du sommeil, une irritabilité accrue ou des troubles de l'appétit. Les débats tournent actuellement autour d'un lien possible entre lumière artificielle et carcinogénèse des cancers du sein et de la prostate. Mais s'il est montré que la mélatonine a de nombreux effets pouvant freiner l'apparition et le développement de cellules cancéreuses, il convient de rester prudent face aux différentes études dans ce domaine : dégager une relation dose-effet entre un facteur environnemental (comme la lumière artificielle) demande des protocoles complexes et toujours sujets à discussion.

Un projet positif et nécessaire : « Sauver la nuit »

Les astronomes ont fait évoluer leur discours, en même temps que ces différents effets et impacts ont investi les champs de recherches de la science écologique et de la médecine ; ils se sont constitués en Association Nationale de Protection du Ciel Nocturne (ANPCN) et intègrent ces thématiques à leur argumentaire. Ces nouveaux acteurs voulant s'insérer dans les mécanismes de gouvernance pour l'éclairage public présentent alors un programme ambitieux : il ne s'agit plus seulement de sauver le ciel, mais bien de *« Sauver la nuit »* et, avec elle, de réhabiliter le noir, de le sortir des ténèbres dans lesquelles la pensée commune l'a enfermé. En 2007, ayant encore à faire face à une catégorisation comme association préoccupée exclusivement par les intérêts des astronomes, l'association a opéré un changement de nom significatif en devenant l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN). Ses propositions pour la réduction des effets et impacts des nuisances et pollutions lumineuses sont essentiellement de deux types et suivent les deux grandes voies des politiques de préservation environnementale. Une protection spécifique et localisée est ainsi portée, comme des « réserves de ciel étoilé », afin de sauvegarder la qualité du ciel nocturne autour de quelques sites emblématiques ou encore relativement épargnés. Mais à cette option, beaucoup préfèrent l'approche par une réduction globales des niveaux d'éclairement afin d'arriver à une protection générique allant de paire avec les préoccupations paysagères, environnementales et sanitaires de l'association.

Malgré leur intérêt, toutes ces propositions heurtent encore certaines logiques intellectuelles qui se refusent à voir dans la lumière une pollution et maintiennent les pratiques traditionnelles d'utilisation de la lumière artificielle (esthétisme de la mise en valeur des espaces urbains, apports sécuritaires de l'éclairage). Toutefois, les différents usages qui sont faits de la lumière découlent de jeux d'acteurs complexes. Ils allient, à l'échelle nationale et supranationale, les contraintes techniques et économiques de la production et du transport d'une énergie non stockable qui doit être consommée sitôt qu'elle est produite. L'éclairage public des communes a ainsi longtemps servi de « soupape » nocturne à un parc de production surdimensionné. Or, les recommandations émises par l'Association Française de l'Eclairage n'ont jamais incité les communes à la retenue quant à l'utilisation d'une énergie disponible en grande quantité et donc peu onéreuse. En outre, un vide normatif a permis à l'AFE d'inciter certaines pratiques menant à une multiplication du nombre de points lumineux par unité linéaire. Le sacro-saint « coefficient d'uniformité » – descendant direct de la logique fonctionnaliste d'un éclairage de voirie devant favoriser la vitesse – s'est ainsi imposé dans des « recommandations » parfois interprétées par les élus comme une norme. Localement, l'ensemble des possibles pour la gestion de l'éclairage tend à s'élargir. Si les candélabres d'éclairage public sont fermement ancrés dans l'ouvrage public, il appartient à la commune de définir le mode de gestion du service d'éclairage public. Elle peut ainsi faire le choix de la gestion directe (régie directe), du transfert de compétence à un EPCI (syndicat d'énergies) ou autre

contrat de commande publique (PPP, par exemple). Pour autant, et quel que soit son mode de gestion choisi, l'éclairage public n'en reste pas moins un pouvoir de police du maire. Sa position de décideur final l'oblige à arbitrer entre, d'une part, des finances locales et des politiques nationales incitant aux économies budgétaires et d'énergie et, d'autre part, des « normes » et recommandations dont l'application stricte apparaît souvent en opposition avec ces principes.

L'influence des nécessaires économies d'énergie

Néanmoins, après plusieurs années d'une conflictualité récurrente entre ces acteurs institutionnels et les associations de défense du nocturne, les positions des élus évoluent par le biais des nécessaires économies budgétaires et d'énergie. Les acteurs clés au niveau local que sont les syndicats intercommunaux d'énergies et les services techniques – à qui l'élu délègue souvent, au-delà de la compétence éclairage public, sa confiance – trouvent dans les propositions des associations des solutions leur permettant d'évoluer vers une efficience énergétique désormais nécessaire. On observe ainsi, depuis la fin des années 2000, des rapprochements locaux entre les gestionnaires de compétence et les associatifs, rapprochements pouvant déboucher sur des négociations, voire même sur des projets de gestion concertée de l'éclairage public. L'observation participante de ce type d'initiative en montre cependant les nombreuses limites : si des terrains d'entente existent effectivement du point de vue technique, ils appellent dans leurs applications l'évolution des conventions au sein des structures, et donc le changement de mécanismes décisionnels et comportementaux – notamment hiérarchiques – souvent profondément ancrés. Peuvent naître alors de la concertation de nouveaux conflits intra-structurels qui marquent fortement les différents acteurs, et peuvent les amener à retrouver des positions radicales, dégradant de façon significative les liens préexistants aux premières négociations. A la suite de nombreux travaux analysant la résolution des conflits autour des biens environnementaux, nous montrons ici la difficile efficience des mécanismes de marchandage coasiens. Les biens publics purs que sont le ciel et la nuit ne sont aucunement appropriables et marchandables, il revient donc à la puissance publique de prendre en charge leur protection.

Des biens publics purs devant être régulés par la Puissance Publique

L'objet ciel noir, dont la condition *sine qua non* d'accès est l'existence du noir naturel – cet état physique non produit par l'Homme car dérivant directement de la rotation de la Terre sur elle-même –, constitue un bien collectif pur, un bien public total, irréductible, non rival, non excludable et non appropriable. Il présente cependant un visage très particulier parmi l'ensemble des biens environnementaux : on peut en dégrader l'accès sans mécanisme d'appropriation, simplement par la mise en œuvre d'usages contradictoires de la condition d'accès, générant ainsi par la lumière artificielle une nuisance. Pour autant, le noir dans son ensemble doit être considéré – au regard des coûts de la lumière artificielle – comme actif environnemental garant de la biodiversité et donc, souvent, de la qualité éco-paysagère des

territoires. La lumière artificielle constitue ici une véritable pollution dont le traitement doit être pris en charge par l'État, du fait de la nature même des biens dégradés et pollués.

La régulation est « le fait d'agir sur un système complexe et d'en coordonner le fonctionnement » (dictionnaire Robert). Elle désigne également l'ensemble des dispositifs permettant l'instauration, le maintien ou la restauration de l'équilibre dans le cadre d'une concurrence (les usages contradictoires du noir menant aux nuisances et pollutions lumineuses). Cette régulation est l'une des fonctions de la puissance publique lorsqu'elle doit concilier des objectifs de politique publique différents, incompatibles, voire contradictoires, comme ça peut être le cas en matière de développement durable, et plus spécifiquement autour de biens environnementaux publics purs. La puissance publique, qui a entre ses mains la violence légitime[632] des pouvoirs de contrainte et d'action unilatérale, peut ainsi déployer droit, normes et jurisprudence afin de prévenir, par la régulation, la « guerre de tous contre tous »[633].

La récente loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement[634], dite « loi Grenelle II », intègre dans le droit positif français une première forme de prise en considération des « nuisances lumineuses »[635]. Fin août 2010, le MEEDDM[636] a ouvert à la consultation publique le projet de décret relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses dont il est fait mention dans cette loi. Ce projet reste très vague et dépendant des normes qui seront éditées en septembre 2010 par la commission X90 de l'AFNOR[637]. Néanmoins, la direction prise par le législateur est la création de différents zonages avec, dans chacun d'eux, des exigences photométriques plus ou moins fortes. Ainsi des « zones naturelles » : zones naturelles ou forestières définies par le code de l'urbanisme, parcs nationaux, réserves naturelles, parcs naturels régionaux, parcs naturels marins, sites classés et sites inscrits, sites Natura 2000 et « sites d'observation astronomique dont la liste et le périmètre seront fixés par un arrêté du ministre en charge de l'environnement » (une dizaine de ces sites d'observation devraient ainsi, à terme, être protégés). Viennent ensuite les zones agricoles et, enfin, les zones urbaines ou à urbaniser, dans lesquelles les exigences seraient les plus faibles.

---

[632] « Nous appellerons État une entreprise politique à caractère institutionnel lorsque et tant que sa direction administrative revendique avec succès, dans l'application des règlements, le monopole de la contrainte physique légitime ». WEBER M., 1921, *Wirtschaft und Gesellschaft*, Tübingen, J.C.B. Mohr. Traduction française : 1995, *Économie et société*, Paris, Plon, p. 97.
C'est dans *Le métier et la vocation de politique* que Max Weber substitue la notion de contrainte par celle de violence. WEBER M., 1921, *Politik als Beruf, Gesammelte Politische Schriften*, Tübingen, J.C.B. Mohr. Traduction française : 1959, *Le savant et le politique*, Paris, Plon, p. 125.

[633] HOBBES T., 1651, *Leviathan, or the Matter, Forme and Power of a Common-Wealth, Ecclesiasticall and Civill*, London, St-Pauls Church-yard. Traduction française : 1921, *Léviathan, ou la Matière, la Forme et la Puissance d'un État ecclésiastique et civil*, Paris, Marcel Giard & Cie., p. 266.

[634] LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. Journal officiel de la République française, n° 0160, p. 12905.

[635] En référence au titre du Chapitre III du Titre VIII du Livre V de la Partie législative de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement : « Prévention des nuisances lumineuses ».

[636] Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer.

[637] Association Française de NORmalisation

L'éclairage, premier dispositif urbain intégrateur des temporalités ? Vers un programme de recherche systématique

La géographie s'intéresse avant tout aux pratiques spatiales, et les pratiques temporelles de la ville forment un champ d'investigations relativement jeune. Il apparaît surtout que ces deux notions d'espace et de temps sont, encore aujourd'hui, trop peu mises en relation, alors même que la physique les unifie dans une seule et même équation depuis maintenant un siècle[638]. Cette idée d'un continuum spatiotemporel sous-tend les analyses plus en profondeur des différentes temporalités de l'urbain, en particulier celles des lieux et de leurs usages, afin d'y déceler des rythmes propres (emplois du temps des individus dans un lieu donné, horaires d'ouverture et de fermeture des différentes activités dudit lieu, modulations dans son éclairage – naturel et artificiel –, ou encore variations de l'intensité de ses usages). Cette analyse peut être rapprochée de celle des physiciens, pour qui le temps est de l'espace ou, plus précisément, *un mouvement* dans l'espace. Le temps, lié aux espaces, n'est pas unique : il est multiple, spatialement spécifique, créé par les mouvements se produisant dans chacune des composantes, différenciées, de l'espace urbain. Ainsi de la course des ombres projetées au sol sous l'effet du soleil sur une place, du mouvement de soi et du mouvement des autres dans une rue, ou encore, à échelle plus vaste, des déplacements des lieux de centralités dans la ville au cours des 24 heures d'une journée. La nuit, au travers de ces analyses temporelles des usages et des lieux, apparaît comme un temps continuellement grignoté, sur ses marges, par les activités et donc par la lumière, à laquelle elles sont dépendantes. Pourtant, ne faut-il pas considérer que l'absence de lumière – propriété originelle de la nuit – peut être, dans une certaine mesure, nécessaire à la « chronobiologie urbaine » ?

La ville peut être approchée comme un organisme cellulaire ingérant énergies, combustibles fossiles, eau, aliments et matériaux et qui, par son métabolisme, transforme ces entrants et produit des déchets.[639] Filons la métaphore de l'organisme vivant pour appuyer ici l'idée d'une chronobiologie de la ville. Tout organisme a, de façon vitale, besoin d'un temps de repos durant lequel les différents éléments qui le composent se régénèrent ; aussi, pour la ville comme pour de nombreux organismes vivants, la nuit est le facteur déclencheur des nombreux processus nécessaires à cette régénération. Loin de nous l'idée passéiste d'un retour à une période durant laquelle la nuit était quasi exclusivement perçue comme le temps de la recomposition des « forces vives » pour le travail de la journée, mais ne nous empêchons pas d'avancer que la qualité du noir peut être un élément fort pour qui voudrait, dans son usage de la ville nocturne, sentir la recomposition de cet

[638] Nous faisons ici références aux premières utilisations de la notion d'espace-temps, au XX[e] siècle naissant, par les physiciens Albert Einstein (1905) et Hermann Minkowski (1908).

[639] WOLMAN A., 1965, « The metabolism of cities », Scientific American, n° 213, p. 179-190.
DE ROSNAY J., 1975, *Le macroscope. Vers une vision globale*. Paris, Seuil.
WACKERNAGEL M. et REES W., 1996 (1999), *Notre empreinte écologique. Comment réduire les conséquences de l'activité humaine sur la Terre*. Montréal, Écosociété.
BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », *Écologies urbaines*. Paris, Economica. COUTARD O. et LEVY J.-P. (sous la dir. de), p. 61-83.

espace-temps et peut-être, par là même, participer de la sienne. Et de constater que la « diurnisation » de la nuit urbaine rend cette approche plus difficile pour qui voudrait s'y engager. Le noir est un état physique majeur du système Terre et participe de la richesse biotopique des territoires. Aussi soulignons-nous la nécessité, pour le droit, de s'ouvrir plus largement à sa considération comme fondement de la biodiversité et de la qualité paysagère des espaces, sans restriction. Ainsi un outil comme la Trame Verte et Bleue doit – *aussi* dans les zones urbaines ou à urbaniser – intégrer une forte composante nocturne.

Par ailleurs, certains travaux se penchent sur l'analyse des différentes morphologies urbaines afin d'y trouver la meilleure « ouverture au ciel », et donc la meilleure « admittance solaire »[640], notamment dans une optique d'insertion d'une trame verte et de réduction des consommations énergétiques dues à l'éclairage intérieur et au chauffage. Aussi pouvons-nous envisager que le géographe, l'urbaniste et l'architecte engagent la réflexion sur des formes bâties – et, plus largement, urbaines – minimisant les déperditions de lumière provenant des lampadaires, participant ainsi de l'amélioration qualitative de la nuit urbaine.

[640] GOLANY G.S., 1996, « Urban Design Morphology and Thermal Performance », *Atmospheric Environment*, n° 30, p. 455-465.
ADOLPHE L., 2001, « A Simplified Model of Urban Morphology : Application to an Analysis of the Environmental Performance of Cities », *Environment and Planning B : Planning and Design*, n° 28, p. 183-200.
COMPAGNON R., 2004, « Solar and Daylight Availability in the Urban Fabric », *Energy and Buildings*, n° 36, p. 321-328.
RATTI C., BAKER N. et STEEMERS K., 2005, « Energy Consumption and Urban Texture », *Energy and Buildings*, n° 37, p. 762-776.
CHENG V., STEEMERS K., MONTAVON M. et COMPAGNON R., 2006, « Urban Form, Density and Solar Potential », *23th Conference on PLEA*, Genève.
SALAT S. et NOWACKI C., 2010, « Repenser la ville, sa forme, ses flux », *Regards sur la Terre 2010. L'annuel du développement durable. Villes : changer de trajectoire*. JACQUET P., PACHAURI R.K. et TUBIANA L. (sous la dir. de). Paris, Presses de Sciences Po, p. 141-148.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 *« La ville la nuit : une appropriation inversée en fonction de l'âge ».* *42*
Figure 2 *Schématisation de la ville nocturne festive en archipels.* *43*
Figure 3 *Paramètres caractéristiques d'une fonction rythmique.* *159*
Figure 4 *Variations circadiennes des concentrations plasmatiques de la mélatonine et du cortisol.* ..*163*
Figure 5 *Effet de l'exposition à la lumière sur les profils de la mélatonine et du cortisol plasmatiques chez le sujet sain.* *164*
Figure 6 *Rythme circadien des concentrations plasmatiques de testostérone et de mélatonine.* *165*
Figure 7 *Rythme saisonnier de la mélatonine plasmatique.* *165*
Figure 8 *Profils circadiens du cortisol plasmatique.* *166*
Figure 9 *Schéma d'organisation du système circadien des mammifères.* *167*
Figure 10 *Les principaux facteurs qui influencent la santé.* *168*
Figure 11 *Schéma des principales fonctions métaboliques régies, chez l'homme, par la sécrétion de la mélatonine et sa rythmicité nycthémérale. Schéma de l'auteur.* *174*
Figure 12 *Cancer du sein et intensité de l'éclairage artificiel nocturne.* *176*
Figure 13 *Cartographie des résultats significatifs (test de Moran) de Kloog et al.* *176*
Figure 14 *Diagrammes de rayonnement d'un luminaire.* *192*
Figure 15 *Diagrammes pour luminaire « boule » et luminaire « full cut-off ».* *193*
Figure 16 *Exemple de champs d'évaluation déterminé par défaut par un logiciel de simulation.* *194*
Figure 17 *Modélisation de l'éclairement au sol de luminaires pour éclairage résidentiel.* *195*
Figure 18 *Données de planification d'un projet d'éclairage générées par le logiciel DIALux®.* *196*
Figure 19 *Simulation de projet d'éclairage, avec variation du flux.* *196*
Figure 20 *Simulation de projet d'éclairage, avec variation de la hauteur du feu.* *197*
Figure 21 *Simulation de projet d'éclairage, avec variation de l'espacement.* *197*
Figure 22 *Les étapes de transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse.* *199*
Figure 23 *Représentation schématique des différents flux, directs et indirects, émis par un luminaire.* *200*
Figure 24 *Efficacité lumineuse selon l'angle d'émission.* *201*
Figure 25 *Rôle du bâti proche dans la dispersion des flux.* *202*

Figure 26 *Revenus par habitant et relation population/éclairage artificiel nocturne.* 213
Figure 27 *Cartographie des niveaux de pauvreté.* 214
Figure 28 *Relation entre population et lumens émis par l'éclairage public.* 215
Figure 29 *Variation, en fonction de la distance à la ville de Salinas (États-Unis), de l'intensité lumineuse du ciel à 45° au-dessus de l'horizon, en direction de la ville, par rapport à la luminosité du ciel à 45° à l'opposé de la ville.* 217
Figure 30 *Distance pour une luminosité artificielle à 0,2 magnitude de la luminosité naturelle.* 219
Figure 31 *Principe de la loi de Walker.* 220
Figure 32 *Représentation d'un halo de pollution lumineuse au-dessus d'une ville.* 221
Figure 33 *Fonction de gêne due aux halos de pollution lumineuse.* 222
Figure 34 *Cartographie de l'indice de pollution lumineuse (Bonavitacola) sur la France.* 223
Figure 35 *Cartographie de la luminance du ciel au zénith en Bourgogne.* 228
Figure 36 *Cartographie de la luminance du ciel au zénith en Bourgogne, avec réseau routier.* 229
Figure 37 *Typologie de l'éclairage public.* 234
Figure 38 *Schématisation de l'évolution de la densité du bâti. D'après Allain.* 238
Figure 39 *Les deux rôles principaux du relief dans la perception et l'intensité des halos lumineux.* ... 251
Figure 40 *Géométrie générale de la modélisation de la luminance du fond de ciel au zénith* 258
Figure 41 *Géométrie du lampadaire modélisé par Lozi. D'après Lozi.* 260
Figure 42 *Modélisation de la luminance du fond de ciel (1).* 262
Figure 43 *Modélisation de la luminance du fond de ciel (2).* 264
Figure 44 *Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de la distance à la source (1).* 269
Figure 45 *Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de la distance à la source (2).* 270
Figure 46 *Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction de l'albédo du sol.* 272
Figure 47 *« Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction de l'albédo du sol.* 273
Figure 48 *« Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction du flux de la source.* 274
Figure 49 *Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction du flux de la source.* 275
Figure 50 *Rapport entre flux émis au-dessus du plan horizontal et flux total.* 276
Figure 51 *Représentation graphique de la luminance du ciel en fonction du type de luminaire.* 277
Figure 52 *« Cartographies » de la luminance zénithale du ciel en fonction du type de luminaire.* 278
Figure 53 *Contributions à la production nette d'électricité en France métropolitaine, année 2006.* . 283
Figure 54 *Cartographies du réseau de transport d'électricité en février 2008.* 288
Figure 55 *Représentation schématique du réseau de transport et de distribution de l'électricité en France* 289
Figure 56 *Schématisation des chemins de l'électricité.* 291
Figure 57 *Rendements croissants avec investissements dans de nouvelles infrastructures* 294
Figure 58 *Consommation d'électricité pour le 7 janvier 2009 et le 9 août 2009.* 296
Figure 59 *Consommation moyenne journalière d'électricité sur 2009.* 297
Figure 60 *Passage de rendements croissants à des rendements décroissants.* 298

Figure 61 *Passage de rendements croissants à des rendements décroissants.* *299*
Figure 62 *Les différents segments de la production à la consommation.* *300*
Figure 63 *Les échelles de temps dans les installations d'éclairage public.* *319*
Figure 64 *Cartographie des différentes Autorités Concédantes de Côte d'Or.* *322*
Figure 65 *Évolution des contraintes Homme-Nature.* *347*
Figure 66 *Les différentes conceptions de la relation Homme-Nature qui coexistent aujourd'hui.* *348*
Figure 67 *La ville comme « organisme vivant ».* *352*
Figure 68 *« Éconosphère et biosphère ».* *353*
Figure 69 *Perte du noir naturel pour cause d'introduction de lumière artificielle.* *357*
Figure 70 *Couverture des départements par les correspondants de l'ANPCN, 2002-2010.* *381*
Figure 71 *Nombre de correspondants de l'ANPCN en départements.* *382*
Figure 72 *Le fonctionnement contractuel des PNR français.* *396*
Figure 73 *Typologie des mesures de protection de la nature et de l'environnement.* *398*
Figure 74 *Imbrication géographique des zonages définis par l'IDA.* *401*
Figure 75 *Cartographie du zonage autour de l'observatoire du Parc National du Mont Mégantic.* *404*
Figure 76 *Des habitats, temporalités et interdépendances multiscalaires.* *412*
Figure 77 *Mettre en relation les tâches d'habitats.* *414*
Figure 78 *Développer, en milieu urbain, une Trame Verte, Bleue… et Noire.* *416*
Figure 79 *Part de l'éclairage dans la consommation et la dépense d'électricité.* *429*
Figure 80 *Cartographie des communes adhérentes au SICECO pratiquant la coupure nocturne.* *431*
Figure 81 *Zones « environnementales » en Saône et Loire (71).* *443*
Figure 82 *Zones de protection astronomique pour la Saône et Loire (71).* *443*
Figure 83 *Proposition de procédure générale d'un projet d'implantation ou de rénovation de l'éclairage public.* *450*

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Image 1 *Illustration de l'ouvrage pour enfants Le dragon timide.* *27*
Image 2 *Illustration extraite d'Éloïse et les loups.* *29*
Image 3 *Illustration extraite de Les peurs de Petit-Jean.* *30*
Image 4 *Affiche du festival pour enfants À pas contés (Dijon, édition 2010).* *32*
Image 5 *Paysage de rivière éclairée par la Lune, personnages, ville en arrière-plan.* *54*
Image 6 *Pierre Soulages, peinture 324 × 362 cm, 1985.* *55*
Image 7 *Photographie de Marcel Bovis, Paris, rue Brancion, 1931.* *56*
Image 8 *Photographie d'Antoine D'Agata.* *57*
Image 9 *Caspar David Friedrich, Paysage de bord de mer sous la lune.* *66*
Image 10 *Mikalojus Konstantinas Ciurlionis, Cimetière lituanien, 1909.* *66*
Image 11 *Frontispice de l'Encyclopédie, de Diderot et D'Alembert..* *83*
Image 12 *Éclairage fonctionnaliste pour sécuriser les déplacements.* *97*
Image 13 *Diversité de sources lumineuses en zone d'activités commerciales.* *99*
Image 14 *Parking la nuit en zone commerciale.* *99*
Image 15 *Échangeur routier périurbain.* *100*
Image 16 *Une rue en zone périurbaine.* *100*
Image 17 *Parking de zone commerciale, éclairé pour sa sécurisation.* *101*
Image 18 *Ancienne caserne réhabilitée.* *114*
Image 19 *Extrait de la Une du numéro 885 de Courrier International.* *114*
Image 20 *La Nuit étoilée de Vincent Van Gogh.* *131*
Image 21 *Le Hubble Ultra Deep Field (champ ultra-profond).* *135*
Image 22 *Photographies de trois luminaires au défilement plus ou moins fort.* *195*
Image 23 *Éclairage par batterie de projecteurs, avec une atmosphère chargée en aérosols.* *198*
Image 24 *Éclairage dans une atmosphère sèche : absence de halo de luminaire.* *198*
Image 25 *Halo de luminaire, avec une atmosphère chargée d'humidité.* *203*
Image 26 *Halo généré autour d'un projecteur.* *203*
Image 27 *Halo lumineux généré par l'agglomération dijonnaise.* *205*
Image 28 *Photographie mettant en évidence une forte luminosité suite à une chute de neige.* *206*

Image 29 *Halo généré par l'agglomération dijonnaise, avec ciel dégagé et après une chute de neige.. 206*
Image 30 *Image composite du planisphère terrestre nocturne. 210*
Image 31 *Cartographie de la pollution lumineuse à l'échelle mondiale. Cinzano et al.. ..... 211*
Image 32 *Mitage par des sources lumineuses distantes. 231*
Image 33 *Diversité des sources lumineuses sur un même espace. 233*
Image 34 *Photographie (panoramique par assemblage) des halles de Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010. ..... 233*
Image 35 *Photographie (panoramique par assemblage) de la Place de la Libération à Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010. ..... 233*
Image 36 *Couverture du Journal du Palais. 235*
Image 37 *Éclairage par des lanternes « de style ». 236*
Image 38 *Gradient d'intensité lumineuse entre centre-ville et périphérie. 238*
Image 39 *Photographie de la Place de la Libération à Dijon. 239*
Image 40 *Photographie des bâtiments de la communauté d'agglomération du Grand Dijon. 239*
Image 41 *Photographie de la Place du Théâtre, Dijon. 240*
Image 42 *Photographie de la Place des Cordeliers, Dijon. 240*
Image 43 *Superposition de matériels divers en quartier résidentiel, Fontaine lès Dijon. 242*
Image 44 *Photographie d'une zone commerciale, Quétigny. 244*
Image 45 *Photographie d'un parking en zone commerciale, Quétigny. 244*
Image 46 *Photographie de l'agglomération dijonnaise ; à l'horizon, zone commerciale de Chenôve. 245*
Image 47 *Depuis le même point de vue : mise en évidence de l'intensité lumineuse de la zone commerciale (pose plus longue). 245*
Image 48 *Photographie de la rocade Est de Dijon. 248*
Image 49 *Photographie d'un diffuseur routier en périphérie de Dijon. 248*
Image 50 *Photographie mettant en évidence les différents halos lumineux sur l'horizon. 250*
Image 51 *Le halo d'agglomération vu à 10 km du centre-ville dijonnais. 250*
Image 52 *Photographie réalisée depuis le Mont Beuvray (Parc Naturel Régional du Morvan). 251*
Image 53 *Absence de noir en milieu urbain, due à la diffusion de la lumière artificielle. 253*
Image 54 *Le paysage nocturne pour un photographe amateur. 255*
Image 55 *Halo lumineux généré par une agglomération, selon la distance. 268*
Image 56 *Halo lumineux sous ciel dégagé, et après chute de neige. 271*
Image 57 *Pylône du réseau de grand transport de 400 kV. 286*
Image 58 *Poste source, d'interconnexion RTE de Vielmoulin. 287*
Image 59 *Pylône du réseau de distribution 20 kV. 287*
Image 60 *Extrait d'une publicité pour une lampe Osram®, 2007. ..... 305*
Image 61 *La gestion globale, solution pour la « maîtrise de l'espace urbain ». 317*
Image 62 *Communication entre le service juridique de la FNCCR et un syndicat d'éclairage. 329*
Image 63 *« Lever de Terre » au-dessus de l'horizon lunaire. 343*
Image 64 *Timbre des États-Unis d'Amérique. 343*
Image 65 *Photographie de La Bille bleue. 344*

Image 66 *Photographie de la Terre à 6,4 milliards de kilomètres.* *345*
Image 67 *La plaine Nord vue de l'observatoire du Pic du Midi de Bigorre.* *360*
Image 68 *Tract de sensibilisation du début des années 1990.* *361*
Image 69 *Tract « Rendez-nous les étoiles ».* *362*
Image 70 *En-tête de la Lettre d'Information de l'ANPCN, 1999.* *362*
Image 71 *« S.O.S. », « Sauvons. Notre. Ciel. »* *363*
Image 72 *« Attention, vous perdez votre ciel ! »* *364*
Image 73 *Courrier de la Société Astronomique de Bourgogne à un député.* *365*
Image 74 *Éditorial du Bulletin de la Société astronomique de France, novembre 1977.* *367*
Image 75 *« La pollution lumineuse est un grand enjeu d'environnement ».* *369*
Image 76 *Organigramme du Comité National de Protection du Ciel Nocturne* *378*
Image 77 *Lettre d'information de l'NPCN.* *379*
Image 78 *Nuages de mots par occurrences.* *386*
Image 79 *Présentation du nouveau logotype de l'ANPCEN, 2009.* *387*
Image 80 *Observatoire du Pic du Midi de Bigorre, au centre d'un projet de réserve de ciel étoilé.* *405*
Image 81 *Contestation de l'éclairage artificiel des villes.* *409*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 *« Correspondances dans la sphère mystique de l'univers ».* *71*
Tableau 2 *Aspect circadien de la structure temporelle humaine.* *162*
Tableau 3 *Critères de causalité de Hill.* *171*
Tableau 4 *Valeurs de puissance, de flux et d'efficacité pour les types d'ampoules les plus courants.* *190*
Tableau 5 *Valeurs de luminance indicatives pour quelques références naturelles ou artificielles.* *191*
Tableau 6 *Valeurs d'éclairement indicatives pour quelques références naturelles ou artificielles.* *191*
Tableau 7 *Pourcentage de population résidant sous des ciels de différentes luminosités.* *208*
Tableau 8 *Part de territoire sous des ciels de différentes luminosités.* *209*
Tableau 9 *Classement du niveau de pauvreté des pays.* *214*
Tableau 10 *Population et intensité de l'éclairage public, villes des comtés de Santa Clara et Monterey.* *216*
Tableau 11 *Variation, avec la distance à la ville de Salinas, de la luminosité artificielle du ciel nocturne* *217*
Tableau 12 *Distance pour une luminosité artificielle à 0,2 magnitude de la luminosité naturelle.* *218*
Tableau 13 *Bilan électrique de la France métropolitaine pour l'année 2006.* *282*
Tableau 14 *Puissances, consommations et coûts de l'éclairage en France.* *293*
Tableau 15 *Définition du facteur de maintenance de l'installation d'éclairage (norme EN 13201).* *309*
Tableau 16 *Définitions des différents types de biens ou ressources, d'après Samuelson.* *355*
Tableau 17 *Situation géographique des télescopes optiques terrestres de ces 20 dernières années.* *360*
Tableau 18 *Principaux systèmes de valeurs dans les approches militantes de l'écologie globale.* *361*
Tableau 19 *Du paradigme radical au paradigme intégrateur.* *394*
Tableau 20 *Niveaux juridiques des mesures de création d'espaces protégés.* *399*
Tableau 21 *Zonage autour de l'observatoire du Parc National du Mont-Mégantic.* *402*
Tableau 22 *Solutions techniques sources d'économies d'énergies.* *430*
Tableau 23 *Les différentes phases de la concertation entre le SYDESL, l'ANPCEN et ThéMA.* *440*
Tableau 24 *Normalisation des sources lumineuses en fonction des différents zonages mis en place.* *445*
Tableau 25 *Caractéristiques des luminaires préconisés suivant les différents zonages déterminés.* *446*

Tableau 26 *Récapitulatif des applications proposées pour le choix des niveaux d'éclairement en fonction des types de voiries. 448*

LISTE DES ENCARTS

Encart 1 *Le débat cosmologique (in Pour la Science, numéro spécial, 1994).* *136*
Encart 2 *Présentation des données du Defense Meteorological Satellite Program (DMSP)*..... *212*
Encart 3 *Échelle de Bortle.* *223*
Encart 4 *La norme européenne d'éclairage public EN 13201.* *307*
Encart 5 *Extraits des statuts du SICECO explicitant les compétences qui lui sont déléguées.*..... *312*
Encart 6 *« La ville de Beaune et INEO, partenaires dans l'éclairage public »*..... *315*
Encart 7 *Extrait de Pale Blue Dot. A vision of the human future in space.* *346*
Encart 8 *« Charte pour la préservation de l'environnement nocturne »*..... *376*
Encart 9 *La « Charte du correspondant » de l'ANPCN.*..... *380*

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADN	Acide DésoxyriboNucléique
AFA	Association Française d'Astronomie
AFE	Association Française de l'Éclairage
AFNOR	Association Française de Normalisation
AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
AIE	Agence Internationale de l'Énergie
AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
AMF	Association des Maires de France
ANPCEN	Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l' Environnement Nocturne
ANPCN	Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne (devenue ANPCEN en 2007)
AOD	Autorité Organisatrice de la Distribution (d'électricité)
BnF	Bibliothèque nationale de France
BT	Basse Tension (230 ou 400 volts)
CAA	Cour Administrative d'Appel
CCD	Charge-Coupled Device (type de capteur photographique)
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEE	Certificat d'Économie d'Énergie
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEPA	Centre d'Étude de Psychologie Appliquée
CERGA	Centre d'Étude et de Recherches en Géodynamique et Astrométrie
CERTU	Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques.
CESE	Comité Économique et Social Européen

CGCT	Code Général des Collectivités Territoriales
CICE	Communauté Internationale de Ciel Étoilé
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage
CIRC	Centre international de Recherche sur le Cance
CLC 2000	CORINE Land Cover 2000
CMP	Code des Marchés Publics
CNPCN	Comité National pour la Protection du Ciel Nocturne
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CORINE	COoRdination de l'INformation sur l'Environnement
CPCN	Centre de Protection du Ciel Nocturne
CPTED	Crime Prevention Through Environmental Design
CRE	Commission de Régulation de l'Énergie
CUCM	Communauté Urbaine Le Creusot Montceau
CUMAC	CUMulé-ACtualisé
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency (USA)
DCA	Défense Contre les Avions
DEL	Diode ÉlectroLuminescente (en anglais, LED)
DIALux	Logiciel édité par l'entreprise DIAL GmbH
DIR	Direction Interdépartementale des Routes
DIRIF	Direction Interdépartementale des Routes d'Île de France
DMSP	Defense Meteorological Satellites Program
DSP	Délégation de Service Public
EDF	Électricité de France
EN 13201	Norme européenne d'éclairage public
EP	Éclairage Public
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
ERDF	Électricité Réseau Distribution France
EVALUM 2	Deuxième phase du projet ÉVAluation LUMière
FBI	Federal Bureau of Investigation
FCO	Full Cut-Off
FNCCR	Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies
FNE	France Nature Environnement
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GRAPE	Groupe de Recherche et d'Action Pour l'Enfance et l'adolescence
HTA	Haute Tension A (15 ou 20 kV) – Dite aussi MT
HTB	Haute Tension B (de 63 à 400 kV)

IAU	International Astronomical Union
IDA	International Dark-sky Association
IESNA	Illuminating Engeneering Society of North America
IFA 2000	Interconnexion électrique France-Angleterre
IGN	Institut Géographique National
IMCCE	Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
INSERM	Institut Nationale de la Santé Et de la Recherche Médicale
ISO	International Organization for Standardization
LAN	Light At Night
LANDSAT	Programme d'observation par satellite de la surface terrestre
LED	Light Emitting Diode
LOPS	Loi d'Orientation et de Programmation pour la Sécurité
LPO	Ligue de Protection des Oiseaux
LUCI	Lighting Urban Community International
MDE	Maîtrise de la Demande d'Énergie
MEDAD	Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables
MEEDDAT	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
MEIE	Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi
MESOR	Midline Estimating Statistic Of Rythm
MJC	Maison des Jeunes et de la Culture
MT	Moyenne Tension (15 ou 20 kV) – dite aussi HTA
MURCEF	Mesures Urgentes de Réformes à Caractère Économique et Financier
NASA	National Aeronotics and Space Administration
NGDC	National Geophysical Data Center
NIMBY	Not In My Back-Yard
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOAO	National Optical Astronomy Observatory
NSC	Noyau SupraChiasmatique
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OLS	Operational Linescan System
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord

PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PICE	Parc International de Ciel Étoilé
PIRENE	Pic du Midi Réserve Nuits Étoilées
PNR	Parc Naturel Régional
PPP	Partenariat Public-Privé
PUF	Presses Universitaires de France
RGP	Recensement Général de la Population
RICE	Réserve Internationale de Ciel Étoilé
RMN	Réunion des Musées Nationaux
ROC	Ligue pour la préservation de la faune sauvage et la défense des non-chasseurs
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
SAF	Société Astronomique de France
SAP	Société d'Astronomie Populaire
SbD	Secured by Design
SDAL	Schéma Directeur d'Aménagement Lumière
SHP	Sodium Haute Pression
SI	Système International
SICECO	Syndicat Intercommunal d'Énergie de Côte d'Or
SIDEC	Syndicat mIxte D'énergies, d'Équipements et de e-Communication du Jura
SIG	Système d'Informations Géographiques
SOFRES	SOciété FRançaise d'Enquêtes par Sondage
SOS	Save Our Sky
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre
SRAC	Société Royale d'Astronomie du Canada
SYDESL	Syndicat Départemental d'Énergie de Saône et Loire
TGV	Train à Grande Vitesse
ThéMA	Théoriser et Modéliser pour Aménager
THOT	Nom du programme de modélisation de la pollution lumineuse développé par Bonavitacola
THOTPRO	Nom du programme de modélisation de la pollution lumineuse développé par Bonavitacola-Licorness
TVB	Trame Verte et Bleue
UAI	Union Astronomique Internationale
UCTE	Union pour la Coordination du Transport de l'Électricité
UE	Union Européenne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UIPN	Union Internationale pour la Protection de la Nature
ULOR	Upward Light Output Ratio
UMR	Unité Mixte de Recherche
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
URL	Uniform Resource Locator
UV	UltraViolet
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique
ZPA	Zone de Publicité Autorisée
ZPE	Zone de Publicité Élargie

BIBLIOGRAPHIE

Articles et Ouvrages

ACADEMIE DES SCIENCES (INSTITUT DE FRANCE), 1984, *Rapport du Groupe de Travail sur La protection des observatoires Astronomiques et Géophysiques*

ADOLPHE L., 2001, « A Simplified Model of Urban Morphology : Application to an Analysis of the Environmental Performance of Cities », *Environment and Planning B : Planning and Design*, n° 28, p. 183-200.

AFA, *Le ciel, miroir des cultures*, exposition de l'Association Française d'Astronomie.

AFE, « La revue de l'éclairage », *LUX*, consultation régulière.

AFE, 2006, « Pollution ou nuisances lumineuses ? », *Éclairages extérieurs. Les nuisances dues à la lumière. Guide 2006*, Paris, LUX, préface.

AFAISSA H.-S., 2010, « La carpe et le lapin, éthique environnementale et pensée du milieu urbain », PAQUOT T. et YOUNES C. (sous la dir. de), *Philosophie de l'environnement et milieux urbains*, Paris, La Découverte.

AFP, 2010, « 130 km d'autoroutes passent dans le noir », dépêche reprise dans le quotidien *Libération* du 10 mai 2010.

ALBERS S. et DURISCOE D., 2001, « Modeling Light Pollution From Population Data and Implications for National Park Service Lands », *George Wright Forum*, volume 18, n° 4, p. 56-68.

ALLAIN R., 2005, *Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*, Paris, Armand Colin.

ALMAY B.G., VON KNORRING L. et WETTERBERG L., 1987, « Melatonin in serum and urine in patients with idiopathic pain syndromes », *Psychiatry Research*, n° 22, p. 179-191.

ANDERS G., 1956, 2002, *L'obsolescence de l'homme - Sur l'âme à l'époque de la deuxième révolution industrielle*, Paris, coédition l'Encyclopédie des Nuisances/Ivrea.

ANPCN, 1998, Premier Congrès National sur la Protection de l'Environnement Nocturne, Actes du congrès.

ANPCN/ANPCEN, *Bulletin SOS (Save Our Sky)*, consultation régulière.

ARENDT H., 1961, *Condition de l'homme moderne*, Paris, Calmann-Lévy. Traduit de ARENDT H., 1958, *The Human Condition*, University of Chicago Press.

ASCHER F., 1995, *Métapolis ou l'avenir des villes*, Paris, Odile Jacob.

ATHAR M., 2002, « Oxidative stress and experimental carcinogenesis », *Indian Journal of Experimental Biology*, n° 40, p. 656-667.

ATKINS S., HUSAIN S. et STOREY A., 1991, « The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime », *Crime Prevention Unit Paper*, n° 28, London, Home Office.

BACHNER J. P., 1985, « Effective security lighting », *Journal of Security Administration*, n° 9, p. 59-67.

BADDILEY C., 2007a, *Towards Understanding Skyglow. A contribution to the discussion*, CfDS Campaign for Dark Skies of the British Astronomical Association and Institution of Lighting Engineers.

BADDILEY C., 2007b, « A model to show the differences in skyglow from types of luminaire designs, with aview to recovering rural dark skies ». MARIN C. et JAFARI J. (sous la dir. de), *Starlight – A common heritage.International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars.Starlight Initiative, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)*, La Palma, Canary Islands, Spain, 19-20 avril.

BANU G., 2005, *Nocturnes, peindre la nuit, jouer dans le noir*, Paris, Biro, quatrième de couverture.

BARLES S., 2010, « Écologies urbaine, industrielle et territoriale », COUTARD O. et LEVY J.-P. (sous la dir. de), *Écologies urbaines*, Paris, Economica., p. 61-83.

BARLES S. et GUILLERME A., 1998, « Guide pratique de la voirie urbaine n° 1 : Histoire, statuts et administration de la voirie urbaine », *Revue Générale des Routes*, n° 776.

BARTSCH C., 2001, *The pineal gland and cancer*, Berlin, Springer.

BAUDELAIRE C., 1868, *Curiosités esthétiques*, Paris, Michel Lévy frères.

BAUMGARTEN A., 2003, *Traumdeutung*, Munich, Bassermann.

BAYLE P., 1684-1687, *Nouvelles de la république des lettres*, Rotterdam.

BEAURAIN C. et MAILLEFERT M., 2008, « Conflits d'usage et action collective locale autour de la qualité de l'air », KIRAT T. et TORRE A. (sous la dir. de), *Territoires de conflits*, Paris, l'Harmattan, p. 141-164.

BEIER P., 1995, « Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat », The Journal of Wildlife Management, n° 59, p. 228-237.

BEIER P., 2006, « Effects of artificial night lighting on terrestrial mammals », RICH C. et LONGCORE T. (sous la dir. de), *Ecological consequences of artificial night lighting*, Washington D.C., Island Press, p. 19-42.

BENDER D.J., BAYNE E.M. et BRIGHAM R.M., 1996, « Lunar condition influences coyote (Canis latrans) howling », *Ametrican Midland Naturalist*, n° 136, p. 413-417.

BENNETT T. H. et WRIGHT R., 1984, *Burglars on Burglary*, Farnborough, Hants, Gower.

BERGEN F. et ABS M., 1997, « Etho-ecological study of the singing activity of the blue tit (Parus caeruleus), great tit (Parus major) and chaffinch (Fringilla coelebs) », *Journal of Ornithology*, n° 138, p. 451-467.

BERLIOZ H., 1862, *À travers chants*, Paris, Michel Lévy frères.

BERRY R., 1983, « The Darkness of the Night Sky », *International Amateur-Professional Photoelectric Photometry Communication*, n° 9, p. 10-15.

BESSOLAZ N., 2009, « Vers un contrôle efficace de la pollution lumineuse : l'optimisation de l'éclairage public à partir d'une modélisation précise de la pollution lumineuse », Article en ligne, dernière consultation le 23 août 2010,
URL : http://astrosurf.com/licorness/dossiers%20PDF/controle_PL.pdf

BEURET J.-E. et CADORET A., 2010, *Gérer ensemble les territoires. Vers une démocratie coopérative*, Paris, Charles Léopold Mayer.

BILLIARD M., CARLANDER B. et BESSET A.,1996, « Circadian rhythm in normal and pathological sleep », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 509-517.

BILLOUT M., DENEUX M. et PASTOR J.-M., 2007, *Rapport d'information au Sénat*.

BLAKE D., HUTSON A.M. et RACEY P.A., 1994, « Use of lamplit roads by foraging bats in southern England », *Journal of Zoology*, n° 234, p. 453-462.

BLONDEL J., 1995, *Biogéographie, approche écologique et évolutive*. Paris, Masson.

BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation,* Site web : http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/

BORRINI-FEYERABEND G. (sous la dir. de), 1997, *Gestion participative des aires protégées : l'adaptation au contexte*, UICN, Gland.

BORTLE J.E., 2001, « Introducing the Bortle dark-sky scale », *Sky & Telescope*, vol. 101, n° 2, p. 126.

BOULANGER N.-A., 1761, *Préface aux Recherches sur l'origine du Despotisme Oriental*.

BOUNEAU C., DERDEVET M. et PERCEBOIS J., 2007, *Les réseaux électriques au cœur de la civilisation industrielle*, Timée-éditions.

BOUTAUD A. et GONDRAN N., 2009, *L'empreinte écologique*, Paris, La Découverte.

BOUTELET M., LARCENEUX A. et BARCZAK A., 2010, *Gouvernance de l'eau. Intercommunalités et recomposition des territoires*, Dijon, EUD.

BOUTON C., 2000, *Temps et Esprit dans la philosophie de Hegel. De Francfort à Iéna*, Paris, Vrin.

BRUNDTLAND G.H. et KHALID M., 1987, (sous la dir. de), *Our common future*. Traduction française, 1989, *Notre Avenir à tous, rapport de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement*. Paris, éditions du Fleuve.

BRUNET R., 1992, *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Paris, Reclus - La Documentation Française.

BUCHANAN B.W., 1993, « Effects of enhanced lighting on the behaviour of nocturnal frogs », *Animal Behaviour*, n° 45, p. 893-899.

BUCHANAN B.W., 1998, « Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs », *Journal of Herpetology*, n° 32, p. 270-274.

BUREAU L., 1997, *Géographie de la nuit*, Montréal, L'Hexagone.

BURKHARDT A., 2004, *Les Clients des saints. Maladie et quête du miracle à travers les procès de canonisation de la première moitié du XVIIe siècle en France*, Rome, École Française de Rome.

CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit . XVII^e^-XVIII^e^ siècle*, Paris, Fayard.

CADOUL T. et PERTUISET T., 2006, *La privatisation des sociétés concessionnaires d'autoroutes*, URL : http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/cours/lenoir/dossiers0506/privatisation_autoroute.pdf

CALLICOTT J.B., 1998, « The wilderness idea revisited. The sustainable development alternative », CALLICOTT J.B. et NELSON M.P. (sous la dir. de), *The great new wilderness debate*, Athens, University of Georgia Press.

CAREW J.S. et HUANG P., 2002, « Mitochondrial defects in cancer », *Molecular Cancer*, n° 1, p. 9-20.

CASTELLS M., 1997, *The Power of Indentity*, Malden, Blackwell.

CAUSERET P. et SARRAZIN L., 2001, *Les saisons et les mouvements de la Terre*, Paris, Belin.

CAVAILHES J. et JOLY D. (sous la dir. de), 2006, *Les paysages périurbains et leur prix*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté.

CERTU, 1998, *Le paysage lumière : pour une politique qualitative de l'éclairage public*, Paris, CERTU.

CERTU, 2006, *L'éclairage, un levier dynamique dans les politiques urbaines*, Paris, CERTU.

CHALAS Y. et DUBOIS-TAINE G. (sous la dir. de), 1997, *La Ville émergente*, La Tour d'Aigues, l'Aube.

CHALLINGER D., 1992, « Less telephone vandalism: How did it happen ? », CLARKE R.V. (sous la dir. de) *Situational Crime Prevention : Successful Case Studies*, Albany, New York, Harrow and Heston, p. 75-88.

CHENG V., STEEMERS K., MONTAVON M. et COMPAGNON R., 2006, « Urban Form, Density and Solar Potential », 23th Conference on PLEA, Genève.

CHOAY F., 1965, *L'urbanisme, utopies et réalités. Une anthologie*. Paris, Seuil.

CHOAY F., 1994, « Le Règne de l'urbain et la mort de la ville », DETHIER J. et GUIHEUX A. (sous la dir. de), *La Ville, art et architecture en Europe, 1870-1993*, Paris, Éditions du Centre Pompidou, p. 26-35.

CHOAY F. et MERLIN P., 1988 (2009), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, PUF.

CHONE P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses universitaires de Nancy.

CHONE P., 2001, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, Gallimard.

CHOPINEAU J., 2003, « Genèse. Les premiers chapitres de la Bible… Récit de la "Chute" », site Web *Bible et Libertés*, dernière consultation le 25 août 2010.

CINZANO P., 1999, « Measuring Sky Brightness of Europe », *IDA Newsletter*, n° 39, p. 10.

CINZANO P., 2000, « The propagation of light pollution in diffusely urbanised areas », *Memorie della Società Astronomia Italiana,* n° 71, p. 93-112.

CINZANO P., 2006, « Recent progresses on a second world atlas of the night-sky brightness – LPTRAN/LPDART realistic models, tomography of light pollution, accurate validation methods and extended satellite data analysis », 50 Working Group Light Pollution, XXVI IAU General Assembly.

CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measuremen », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

CLAPAREDE, E., 1905, « Esquisse d'une biologie du sommeil », *Archives de psychologie*, février-mars.

CLARKE R. V., 1995, « Situational crime prevention », TONRY M. et FARRINGTON D.P. (sous la dir. de) *Building a Safer Society : Strategic Approaches to Crime Prevention*, Chicago, Illinois , University of Chicago Press, p. 91-150.

CLARKE R.V., 1997, « Introduction », CLARKE R.V. (sous la dir. de) *Situational Crime Prevention : Successful Case Studies* (2ème edition), Albany, Harrow and Heston.

CLARKE R. V. et WEISBURD D., 1994, « Diffusion of crime control benefits : Observations on the reverse of displacement », CLARKE R.V. (sous la dir. de) *Crime Prevention Studies*, Monsey, NEW YORK, Criminal Justice Press, Vol. 2, p. 165-183.

CLERGEAU P., 2007, *Une écologie du paysage urbain*, Rennes, Apogée.

COASE R., 1960, « The problem of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, n° 44.

COHEN L. E. et FELSON M., 1979, « Social change and crime rate trends : A routine activity approach », *American Sociological Review*, n° 44, p. 588-608.

COLLEE M., 1987, *Histoire des maladies mentales*, Paris, PUF.

COMPAGNON R., 2004, « Solar and Daylight Availability in the Urban Fabric », *Energy and Buildings,* n° 36, p. 321-328.

COQUELIN A., 1977, *La ville la nuit*, Paris, PUF.

CRE, *Rapport d'activité 2009.*

CRICK F. et MITCHISON G., 1983, « The function of dream sleep », *Nature*, n° 304, p. 111-114

DAB W., 2008, *Santé et environnement*, Paris, PUF.

DALES J.H., 1968, *Pollution Property and Prices. An essay in Policy Making and Economics*, Toronto, University of Toronto Press.

DAUDET A., 1903, *Alphonse Daudet, Contes choisis, édition spéciale à l'usage de la jeunesse*, Paris, Collection Hetzel.

DAVIDSON N. et GOODEY J., 1991, *Final Report of the Hull Street Lighting and Crime Project*, School of Geography and Earth Sciences, University of Hull.

DAVIS S., MIRICK D.K. et STEVENS R.G., 2001, « Night shift work, light at night and the risk of breast cancer », *Journal of the National Cancer Institute*, n° 93, p. 1557-1562.

DAVY M.-M., 1984 (3e édition), *Un itinéraire : à la découverte de l'intériorité*, Paris, Desclée de Brouwer.

DAWSON D., LACK L. et MORRIS M., 1993, « Phase resetting of the human circadian pacemaker with use of a single pulse of bright light », *Chronobiology International*, n° 10, p. 94-102.

DE CASTRO M.C., 2009, « Vladimir Jankélévitch : le nocturne », *Philosophia perennis* [En ligne], mis en ligne le 1er février 2009. URL : http://sophia.free-h.net/spip.php?article415

DE JARCY X. et REMY V., 2010, « Comment la France est devenue moche », *Télérama*, n° 3135, p. 24-30.

DE MAUPASSANT G., 1889, « Clair de lune », *Oeuvres complètes de Guy de Maupassant*, Paris, Louis Conard.

DE MAUPASSANT G., 1887, *Le Horla*, Paris, P. Ollendorf.

DE MOLENAAR J.G., JONKERS D.A., et SANDERS M.E., 2000, *Road illumination and nature. III. Local influence of road lights on a black-tailed godwit (Limosa l. limosa) population*, Wageningen, The Netherlands , Alterra.

DE ROSNAY J., 1975, *Le macroscope. Vers une vision globale*. Paris, Seuil.

DE SAINT-EXUPERY A., 1948, *Citadelle*, Paris, Gallimard.

DE SURGY A., 1994, *Nature et fonction des fétiches en Afrique Noire : le cas du Sud-Togo*, Paris, L'Harmattan.

DEFAWE J.-P., 2010 « Grenelle 2 : un cadre légal pour réduire les pollutions lumineuses », *Le Moniteur*. Article en ligne, dernière consultation le 14 août 2010. URL : http://www.lemoniteur.fr/135-planete/article/actualite/703065-grenelle-2-un-cadre-legal-pour-reduire-les-pollutions-lumineuses

DELEAGE J.-P., 1991, *Une Histoire de l'écologie*. Paris, La Découverte.

DELEUIL J.-M., 1994, *Lyon la nuit. Lieux, pratiques et images*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon.

DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), 2009, *Éclairer la ville autrement, innovations et expérimentations en éclairage public*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

DELEUIL J.-M. et TOUSSAINT J.-Y., 2000, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Annales de la recherche urbaine*, n° 87, dossier « Nuit et lumières », p. 52-58.

DELVAL M.-H. et WENSELL U., 2003 (dernière édition), *Eloïse et les Loups*, Paris, Bayard.

DEPRAZ S., 2008, *Géographie des espaces naturels protégés. Genèse, principes et enjeux territoriaux*, Paris, Armand Colin.

DERIBERE M. et DERIBERE P., 1979, *Préhistoire et histoire de la lumière*, Paris, France Empire.

DERRICKSON K.C. (1988). « Variation in repertoire presentation in northern mockingbirds », *Condor*, n° 90, p. 592-606.

DIAMOND J.M., 1975, « The island dilemma : lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves », *Biological Conservation*, vol. 7, n° 2, p. 129-146.

DICK M.H. et DONALDSON W., 1978, « Fishing vessel endangered by crested auklet landings », *Condor*, n° 80, p. 235-236.

DIDEROT D. et D'ALEMBERT J., 1751 à 1765, *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, divers éditeurs.

DIJK D.J. et CZEISLER C.A., 1995, « Contribution of the circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, electroencephalographic slow waves, and sleep spindle activity in humans », *Journal of Neuroscience*, vol. 15, p. 3526-3538.

DITTON J. et NAIR G., 1994, « Throwing light on crime : A study of the relationship between street lighting and crime prevention », *Security Journal*, n° 5, p. 125-132.

DODSON S., 1990, « Predicting diel vertical migration of zooplankton », *Limnology and Oceanography*, n° 35, p. 1195-1200.

DROUIN J.-M., 1993, *L'Écologie et son histoire*, Paris, Flammarion.

DUBOIS C., 1991, « Réverbères et becs de gaz », *Autrement* – Lumière, depuis la nuit des temps, n° 125, série Mutation, CZECHOWSKI N. (sous la dir. de), p. 48-61.

DUFFY J.F., KRONAUER R.E. et CZEISLER C.A., 1996, « Phase-shifting human circadian rhythms : influence of sleep timing, social contact and light exposure », *Journal of Physiology*, n° 495, p. 289-297.

DUPONT J.-M. et GIRAUD M., 1993, *L'urbanisme lumière*. Paris, Sormans, collection guide pratique des élus.

DURAND G., 1969, *Les structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris, Bordas.

DUVAL B., 2000, « Ne dites plus éclairage public, mais éclairage urbain », *Revue J3E*, n° 698, p. 38.

EASTMAN et MIESCKE, 1990, « Entrainment of circadian rhythms with 26-h bright light and sleep-wake schedules », *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, vol. 259, n° 6, p. 1189-1197.

EHRLICH P. et HOLDREN J.P., 1971, « Impact of Population Growth », *Science*, n° 171, p. 1212-1217.

EISENBEIS G. et HASSEL F., 2000, « Attraction of nocturnal insects to street lights – a study of municipal lighting systems in a rural area of Rheinhessen (Allemagne) », *Natur und Landschaft*, n° 75, p. 145-156.

EKMAN A.C., LEPPALUOTO J., HUTTUNEN P., ARANKO K. et VAKKURI O., 1993, « Ethanol inhibits melatonin secretion in healthy volunteers in a dose-dependent randomized blind cross-over study », *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, n° 77, p. 780-783.

ELVIDGE C.D., BAUGH K.E., KIHN E.A., KROEHL H.W. et DAVIS E.R., 1997a, « Maping City Lights with Nighttime Data from the DMSP Operational Linescan System », *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, n° 63(6), p. 727-734.

ELVIDGE, C.D., BAUGH K.E., KIHN E.A., KROEHL H.W., DAVIS E.R. et DAVIS C.W., 1997b, « Relation Between Satellite Observed Visible-Near Infrared Emissions, Population, Economic Activity and Electric Power Consumption », *International Journal of Remote Sensing*, n° 18(6), p. 1373-1379.

ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

ERKMAN S., 2004 (1998), *Vers une écologie industrielle*, 2e édition enrichie et mise à jour. Paris, Charles Léopold Mayer & Librairie FPH.

ESCUDIE R. et CLAVERIE J., 1982, « Les peurs de Petit-Jean », *Les Belles Histoires de Pomme d'Api*, n° 120.

ESTIENNE R., 1549, *Dictionnaire français/latin.*

FACCHINI F., 1997, « Gestion des externalités, droit de propriété et responsabilité civile », *Économie Appliquée*, tome L., n° 4, p. 97-125.

FIORI S., 2000, « Réinvestir l'espace nocturne : les concepteurs lumière », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 73-80.

FLAMMARION C., 1877, *Les Terres du Ciel*, Paris, Flammarion.

FLEMING R. et BURROWS J., 1986, « The case for lighting as a means of preventing crime », *Home Office Research Bulletin*, n°22, p. 14-17.

FORMAN R.T.T. et GODRON M., 1986, *Landscape Ecology*, New York, John Wiley and Sons.

FOUCAULT M., 1975, *Surveiller et punir : naissance de la prison*, Paris, Gallimard.

FOURCAULT L., 1928, *Manuel de l'éclairage et applications pratiques : Aux ateliers, magasins, habitations, voies publiques, etc.*, Paris, Dunod.

FRANK K.D., 1988, « Impact of outdoor lighting on moths: an assessment », *Journal of the Lepidopterists' Society*, n° 42, p. 63-93.

FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.

GAILLARD M., 1994, *Paris ville lumière*, Paris, Martelle.

GAL G., LOEW E.R., RUDSTAM L.G., et MOHAMMADIAN A.M., 1999, « Light and diel vertical migration : spectral sensitivity and light avoidance by Mysis relicta », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, n° 56, p. 311-322.

GALLARDA T. (2003). « Stress, dépression et troubles cognitifs », THURIN J.-M. et BAUMANN N. (sous la dir. de), *Stress, Pathologie et Immunité*, Paris, Médecine-Sciences Flammarion, p. 125-133.

GARNIER J.-P., 2004, « Un espace indéfendable. L'aménagement urbain à l'heure sécuritaire », Prétentaine, n° 16-17.

GARSTANG R.H., 1986, « Model for artificial night-sky illumination ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.

GARSTANG R.H., 2000, « Limiting visual magnitude and night sky brightness », CINZANO P. (sous la dir. de), « Measuring and Modelling LightPollution », *Journal of the Italian astronomical Society*, vol. 71, n° 1, p. 83.

GENIES B., 2001, « L'hommetorche », *Le nouvel Observateur*, n° 1911, article disponible en ligne, dernière consultation le 30 septembre 2010.
URL : http://hebdo.nouvelobs.com/sommaire/arts-spectacles/031930/

GEORGESCU-ROGEN N., 1979, *La Décroissance, Entropie-Écologie-Économie*, Paris, Sang de la Terre.

GINZBERG L., 1997, *Les légendes des juifs*, Paris, Cerf/Alain de Rothschild.

GLIWICZ Z.M., 1986, « A lunar cycle in zooplankton », *Ecology*, n° 67, p. 883-897.

GLIWICZ Z.M., 1999, « Predictability of seasonal and diel events in tropical and temperate lakes and reservoirs », TUNDISI J.G. et STRASKRABA M. (sous la dir . de), *Theoretical reservoir ecology and its applications*, São Carlos, International Institute of Ecology.

GOLANY G.S., 1996, « Urban Design Morphology and Thermal Performance », *Atmospheric Environment*, n° 30, p. 455-465.

GOLLEY F.B., 1993, *A History of the Ecosystem Concept in Ecology. More than the Sum of the Parts*, New Haven, Yale University Press.

GORANSON, 2007, *La disparition du ciel*, Project Syndicate, article en ligne, URL : http://www.project-syndicate.org/commentary/goranson8/French

GOTTHARD K., 2000, « Increased risk of predation as a cost of high growth rate: an experimental test in a butterfly », *Journal of Animal Ecology*, n° 69, p. 896-902.

GOUGUENHEIM L., 2001, Préface à CAUSERET P. et SARRAZIN L., 2001.

GRAVES R., PATAI R. et LANDAIS J.-P., 1987, *Les mythes hébreux*, Paris, Fayard.

GRISELIN M., ORMAUX S. et WIEBER J.-C., Encyclopédie électronique Hypergéo ? Dernière consultation le 16 août 2010.
URL : http://www.hypergeo.eu/spip.php?article290

GRISELIN M., ORMAUX S. et WIEBER J.-C., *Statut temporel du paysage*, Document consultable en ligne, dernière consultation le 16 août 2010. URL : http://thema.univ-fcomte.fr/paysage-eco/hypergeo/statut-temp.pdf

GUERARD F., 2010, « Et si on éteignait les lumières ? », *Urbanisme*, n° 372, p. 12.

GUERIN M., 2005, *Conflits d'usage à l'horizon 2020, Quels nouveaux rôles pour l'État dans les espaces ruraux et périurbains ?,* Commissariat Général du Plan, Paris, La documentation Française.

GUILLOU A., 2002, « Le voyage au bout de la nuit ou la « piste » en Bretagne », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010.
URL : http://leportique.revues.org/index169.html

GUNNELL Y., 2009, *Écologie et société*, Paris, Armand Colin.

GWIAZDZINSKI L., 2002a, *La nuit dimension oubliée de la ville, entre insécurité et animation*, thèse de Doctorat en géographie, Faculté de géographie de Strasbourg, sous la direction de CAUVIN-RAYMOND C.

GWIAZDZINSKI L., 2002b, *La Ville 24 heures sur 24*, La Tour d'Aigues, l'Aube.

GWIAZDZINSKI L., 2005, *La Nuit, dernière frontière de la ville*, La Tour d'Aigues, l'Aube.

HACK G., 1974, *Improving City Streets for Use at Night : The Norfolk Experiment*, Norfolk, Virginia, Norfolk Redevelopment and Housing Authority.

HAILMAN J.P., 1984, « Bimodal nocturnal activity of the western toad (Bufo boreas) in relation to ambient illumination », *Copeia*, n° 2, p. 283-290.

HAIM A., 2008, *The Washington Post*, édition du 20 février 2008.

HANON G., 1987, « Le cauchemar : clinique et théories », *Frénésie Histoire Psychiatrie Psychanalyse*, n° 3.

HANSEN J., 2001, « Light at Night, Shiftwork, and Breast Cancer Risk », *Journal of the National Cancer Institute*, vol. 93, n° 20, p. 1513-1515.

HANSEN J., 2001, « Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night », *Epidemiology*, n° 12, p. 74-77.

HARDIN G., 1968, « The tragedy of the commons », *Science*, n° 162, p. 1243-1248

HAYMES G.T., PATRICK P.H., et ONISTO L.J., 1984, « Attraction of fish to mercury vapor light and its application in a generating station forebay », *International Review of Hydrobiology*, n° 69, p. 867-876.

HEALTH COUNCIL OF THE NETHERLANDS, 2000, « Impact of outdoor lighting on man and nature », The Hague, *Health Council of the Netherlands*, Publication No. 2000/25E.

HEGEL G.W.F., 1801, *La différence entre les systèmes philosophiques de Fichte et de Schelling*, trad. GILSON B., 1986, Paris, Vrin.

HEGEL G.W.F., 1805-1806, *Philosophie de la nature*, traduit par VERA A., 1866, Paris, De Ladrange.

HILL A.B., 1965, « The environment and disease : Association or causation ? », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, n° 58, p. 295-300.

HILL D., 1990, « The impact of noise and artificial light on waterfowl behaviour: a review and synthesis of the available literature », *British Trust for Ornithology* Report n° 61, Norfolk, United Kingdom.

HIRSCHMAN A.O., 1970, *Exit, Voice, and Loyalty. Responses to decline in firms, organizations, and states*, Harvard University Press.

HIRSCHMAN A.O., 1995, *Défection et prise de parole*. Paris, Fayard.

HONMA K., HONMA S., NAKAMURA K., SASAKI M., ENDO T. et TAKAHASHI T., 1995, « Differential effects of bright light and social cues on reentrainment of human circadian rhythms », *American Journal of Physiology*, n° 268, p. R528-R535.

HUGO V., 1877, *La Légende des siècles.*

HUME D., 1739, *Traité de la nature humaine*.

IDA, 2008, *Programme de l'IDA pour l'identification d'une Réserve Internationale de Ciel Étoilé*, traduit par LE GUE A., 2008, IDSA, Tucson, Arizona.

INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires*.

INSERM, expertise collective, 2005, *Cancer : Approche méthodologique du lien avec l'environnement*.

INSERM, expertise collective, 2008, *Cancer et environnement*.

INSTITUT BELGE POUR LA SECURITE ROUTIERE, 2001, « Influence de l'éclairage routier », *Via Secura*, n° 54. Consultable en ligne, dernière consultation le 24 août 2010.

JACOBS J., 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, New York, Random House.

JAEGER R.G et HAILMAN J.P., 1973, « Effects of intensity on the phototactic responses of adult anuran amphibians: a comparative survey », *Zeitschrift für Tierpsychologie*, n° 33, p. 352-407.

JEAN J.-P., 1997, « La judiciarisation des questions de société », *Après-demain*, n° 398, p. 21-24.

JEANNEAUX et KIRAT, 2005, « Proximité, droit et conflits d'usage. Que nous apprend le contentieux judiciaire et administratif sur les dynamiqyes territoriales ? », *Économie et Institutions*, n° 6-7, p. 221-247.

JEANS D.N., 1974, « Changing formulations of the Man-Environment Relationship in Anglo-American geography », *Journal of Geography*, n° 73, p. 36-40.

JOAO E. et FONSECA A., 1996, « The role of GIS in Improving Environmental Assessment Effectiveness : Theory vs Practice », *Impact Assessment*, n° 14, p. 371-385.

JONAS H., 1979, *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Frankfurt, Traduit par GREISCH J., 1990, *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Paris, Cerf.

JONES C.R., CAMPBELL S.S., ZONE S.E., COOPER F. et DESANO A., 1999, « Familial advanced sleep-phase syndrome : A short-period circadian rhythm variant in humans », *Nature Medicine*, n° 5, p. 1062-1065.

JONES D.E., 2002, *An Instinct for Dragons*, New York, Routlege.

JOURNET N., 2001, « Les rites de passage », *Sciences Humaines, Les hommes en question. Pouvoir, identité, rôles...*, n° 112.

JOUVET M., 1991, « Le sommeil paradoxal : Est-il le gardien de l'individuation psychologique ? », *Canadian Journal of Psychology*, n° 452, p. 148-168.

JUNG C.G., 1967, *Ma vie. Souvenirs, rêves et pensées* (titre original allemand : *Erinnerungen, Träume, Gedanken*, 1961). Autobiographie partielle du psychiatre Carl Gustav Jung par Aniéla Jaffé, entreprise en 1957.

KALUSZYNSKI M., 2006, « La judiciarisation de la société et du politique », *Face à la judiciarisation de la société, les réponses de la Protection Juridique*, actes du colloque RIAD - Association Internationale de l'Assurance de Protection Juridique, 21-22 septembre 2006, Paris.

KANTERS R., 1964, préface de l'ouvrage *Les Illuminés* de DE NERVAL G., Paris, Noé.

KATZENBERG D., YOUNG T., FINN L., LIN L. et KING D.P., 1998 « A clock polymorphism associated with human diurnal preference », *Sleep*, n° 21, p. 569-576.

KIRAT T. et MELOT R., 2006, « Du réalisme dans l'analyse économique des conflits d'usage : les enseignements de l'étude du contentieux dans trois départements français (Isère, Loire-Atlantique, Seine-Maritime) », *Développement durable et territoires* [En ligne], Dossier 7 : Proximité et environnement, mis en ligne le 10 mai 2006. Dernière consultation le 30 août 2010.
URL : http://developpementdurable.revues.org/index2574.html

KIRAT T., TORRE A., CARON A., AVILES A., LEFRANC C., GALMAN M., MELOT R., RIALLAND C. et SALAZAR M.-I., 2004, *Modalités d'émergence et procédures de résolution des conflits d'usage autour de l'espace et des ressources naturelle. Analyse dans les espaces ruraux*, Rapport de recherche, programme Environnement, Vie, Sociétés du CNRS : Territoires, Environnement et nouveaux modes de gestion : la "gouvernance" en question. KIRAT T. et TORRE A. (sous la dir. de).

KIRAT T. et TORRE A., 2008, *Territoires de conflits*. Paris, l'Harmattan.

KIRCHER A., 1646, *Ars magna lucis et umbrae*, Rome, Scheus.

KLEINBAUM D.G., KUPPER L.L. et MORGENSTERN H., 1982, *Epidemiologic research : Principles and quantitative methods*, Belmont, Lifetime Learning Publications.

KLERMAN E.B., RIMMER D.W., DIJK D.J., KRONAUER R.E., RIZZO J.F. III et CZEISLER C.A., 1998, « Nonphotic entrainment of the human circadian pacemaker », *American Journal of Physiology*, n° 274, p. R991-R996.

KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G., BARCHANA M. et PORTNOV B.A., 2008, « Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel », *Chronobiology International*, n° 25, p. 65-81.

KLOOG I., HAIM A., STEVENS R.G. et PORTNOV B.A., 2009, « Gobal co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men », *Chronobiology International*, n° 26, p. 108-125.

KLOOG I., STEVENS R.G., HAIM A. et PORTNOV B.A., 2010, « Nighttime level co-distributes with breast cancer incidence worldwide », *Cancer causes & control : CCC*, article sous presse (publication en ligne via PubMed avant impression).

KOLASA J., 1989, « Ecological Systems in Hierarchical Perspecitive : Breaks in Community Structure and Other Consequences », *Ecology*, n° 70, p. 36-47.

KOLLIGS D., 2000, « Ecological effects of artificial light sources on nocturnally active insects, in particular on moths (Lepidoptera) », *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen,* Supplement 28, p. 1-136.

KOTLER B.P., 1984, « Risk of predation and the structure of desert rodent communities ». *Ecology*, n° 65, p. 689-701.

KOVALEVSKY J. (sous la dir. de), 1992, *The protection of the astronomical and astrophysical sites*, Gif sur Yvette, Frontières.

KRAUSE P.B., 1977, « The impact of high intensity street lighting on night-time business burglary », *Human Factors*, n° 19, p. 235-239.

KRIPKE D.F., 1998, « Mortality hazard associated with prescription hypnotics », *Biological Psychiatry*, n° 43, p. 687-693.

KRIPPNER S. et THOMPSON A., 1996, « A 10-facet model of dreaming applied to dream practices of sixteen Native American cultural groups », *Dreaming*, n° 6, p. 71-96.

KRISCIUNAS K. et SCHAEFER B. E., 1991, « A model of the brightness of moonlight », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 103, p. 1033-1039.

KUSHMUK J. et WHITTEMORE S. L., 1981, *A Re-evaluation of Crime Prevention through Environmental Design Program in Portland, Oregon : Executive Summary*, Washington, National Institute of Justice, U.S. Department of Justice.

KWIATKOWSKI F., ABRIAL C., GACHON F., CHEVRIER R., CURE H. et CHOLLET P., 2004, « Stress, cancer et rythme circadien de la mélatonine », *Pathologie Biologie*, n° 53, p. 269-272.

LA BIBLE DE JERUSALEM, 2006, Paris, Cerf (traduite en français sous la direction de l'École biblique de Jérusalem).

LA VIGNE N.G., 1994, « Gasoline drive-offs : Designing a less convenient environment », CLARKE R.V. (sous la dir. de) *Crime Prevention Studies*, Monsey, New York, Criminal Justice Press, vol. 2, p. 91-114.

LAMAND T., 2006, *La nuit dans les nouvelles temporalités urbaines*, mémoire de Master I d'urbanisme, sous la direction de ORFEUIL J.-P.

LAMBERG L., 1998, « Blind people often sleep poorly ; research shines light on therapy », *Journal of the American Medical Association*, n° 280, p. 1123-1124.

LARRERE C., 1998, « Les philosophes de l'environnement », *Nature, Sciences, Sociétés*, vol. 5, n° 3, p. 83-84.

LATOUR B., 1999, *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, Paris, La Découverte.

LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

LE CARRE J., 1965, *Le miroir aux espions*, Paris, Robert Laffont.

LE CORRE N., 2008, « Le dérangement de l'avifaune : Etat des lieux d'une poblématique devenue incontournable sur les espaces naturels protégégs de Bretagne », *Le littoral : subir, dire, agir*, Actes du colloque.

LE CORRE N., 2009, *Le dérangement de l'avifaune sur les sites naturels protégés de Bretagne : état des lieux, enjeux et réflexions autour d'un outil d'étude des interactions hommes/oiseaux*, thèse de géographie, soutenue le 2 septembre 2009 à l'Université de Bretagne Occidentale, sous la direction de BRIGAND L.

LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRE, 2010, Paris , Larousse.

LEMMER B., BRÜHL T., PFLUG B., KÖHLER W. et TOUITOU Y., 1994, « Effects of bright light on circadian patterns of cyclic adenosine monophosphate, melatonin and cortisol in healthy subjects », *European Journal of Endocrinology*, n° 130, p. 472-477.

LEVEQUE C. et VAN DER LEEUW S., 2003, *Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*, Paris, Elsevier.

LEVY J. et LUSSAULT M. (sous la dir. de), 2003, *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin.

LEYENBERGER G., 2002, « Pensée, parole et nuit(s) », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, Consulté le 30 août 2010.
URL : http://leportique.revues.org/index173.html

LIGHT A., 2001, « The urban blind spot in environmental ethics », *Environmental Politics*, n° 10, p. 7-35.

LIMA S.L., 1998, « Stress and decision-making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives », *Advances in the Study of Behavior*, n° 27, p. 215–90.

LLOYD J.E., 1994, « Where are the lightningbugs ? », *Fireflyer Companion*, n° 1, p. 1, 2, 5 et 10.

LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

LOVELOCK J.E., 1972, « Gaia as seen through the atmosphère », *Atmospheric Environment Journal*, n° 6, p. 579-580.

LOVELOCK J.E., 1986, « Gaia, the world as a living organism », *New Scientist*, vol. 112, n° 1539, p. 25-28.

LOVELOCK J.E., 2007, *La revanche de Gaïa, pourquoi la terre riposte-t-elle ?*, Paris, Flammarion. Traduit de LOVELOCK J.E., 2006, *The Revenge of Gaia : Why the Earth is Fighting Back - and How we Can Still Save Humanity*, Oxford University Press.

LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLOU N., MAUCORT G. et MAYNERIS D., *Rapport Opto Services® pour l'Association Française d'Astronomie. Étude scientifique de la pollution lumineuse*, Palaiseau, Opto Services®, réf. 06 312 AFA/RE 01, p. 5-39.

LUMINET J.-P., 1996, *Les poètes et l'univers, anthologie*, Paris, Le Cherche Midi.

MABLY, 1776 (2008), *Le Banquet des politiques*, Paris, Kimé.

MACASSAR G., 2007, « Clair de lune », *Télérama*, n° 3023-3024, p.56-57.

MCCARTNEY E.J., 1976, *Optics of the Atmosphere*, New York, Wiley.

MAKOWIAK J., 2004, *Esthétique du droit*, Paris, LGDJ.

MALLET S., 2009, *Des plans-lumière nocturnes à la chronotopie, Vers un urbanisme temporel,* Thèse de doctorat en urbanisme à l'Institut d'Urbanisme de Paris, présentée le 17 novembre 2009, sous la direction de PAQUOT T.

MANGIN D., 2004, *La ville franchisée : formes et structures de la ville contemporaine*, Paris, Editions de La Villette.

MASLOW A.H., 1943, "A Theory of Human Motivation", *Psychological Review*, n° 50, p. 370-396.

MAYER M., 1968, *Il y a un cauchemar dans mon placard*, Paris, Gallimard Jeunesse (2001), quatrième de couverture.

MAYHEW P., CLARKE R.V., BURROWS J.N., HOUGH J.M. et WINCHESTER S.W.C., 1979, « Crime in Public View », *Home Office Research Study,* n° 40, London, Her Majesty's Stationery Office.

MEADOWS H.D., RANDERS J. et MEADOWS L.D., 1972, *The Limits to Growth*, New York. Dernière réédition mise à jour : MEADOWS H.D., RANDERS J. et MEADOWS L.D., 2004, *Limits to Growth. The 30-Year Update*, Chelsea, Green Publishing.

MENINE K., 1999, « Montre-moi ta couleur, je te dirai si tu rentres ! », *l'Humanité* daté du 21 mai [en ligne]. URL : http://www.humanite.fr/1999-05-21_Societe_Montre-moi-ta-couleur-je-te-dirai-si-tu-rentres

MERLIN P. et CHOAY F., 2005, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, PUF.

MICHELET J., 1893, *Histoire de France*, Paris, Flammarion, "Édition définitive, revue et corrigée" , 16 volumes

MIDDLETONW., 1952, *Vision through the atmosphere*, University of Toronto Press, 1952.

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DES TRANSPORTS DE BELGIQUE, 2002, « Trafic et sécurité routière sur les routes et autoroutes de Wallonie – Données et commentaires », *Cahiers du MET*, Collection Trafics, n° 15, p. 45-47.

MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, n° 12-13, p. 197-207.

MOORE et EICHLER, 1972

MOORE M.V., PIERCE SM. et WALSH H.M., 2000, « Urban light pollution alters the diel vertical migration of Daphnia », *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, n° 27, p. 779-782.

MORMONT M.C., DE PRINS J. et LEVI F., 1996, « Étude des rythmes circadiens d'activité par actométrie : résultats préliminaires chez 30 patients atteints d'un cancer colorectal métastasé », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 165-171.

MOSSER S., 2003, *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions*, Thèse de doctorat, sous la direction de GUILLERME A., Université Paris 8, Vincennes Saint Denis.

MOSSER S., 2007, « Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, n° 31, p. 77-100.

MOSSER S. et DEVARS J.-P., 2000, « Quel droit de cité pour l'éclairage urbain ? », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 63-72.

MUSEE D'ORSAY, 2000, *Dans le champ des étoiles. Les photographes et le ciel. 1850-2000*, Catalogue de l'exposition éponyme au Musée d'Orsay.

MUZET A., MOESSINGER M., CAMPAGNE A., HOEFT A., HOEFT C. et PEBAYLE T., 1998-2002, *La conduite automobile de nuit. Influence d'un éclairage ambiant sur le comportement et les performances du conducteur*, Convention EDF et Syndicat de l'Éclairage, CEPA-CNRS.

NAIR G., DITTON J. et PHILLIPS S., 1993, « Environmental improvements and the fear of crime: the sad case of the 'pond' area in Glasgow », *British Journal of Criminology*, n° 33, p. 555-561.

NAIR G., MCNAIR D.G. et DITTON J., 1997, « Street lighting : Unexpected benefits to young pedestrians from improvement », *Lighting Research and Technology*, n° 29, p. 143-149.

NAKAMURA T. et YAMASHITA S., 1997, « Phototactic behavior of nocturnal and diurnal spiders: negative and positive phototaxes », *Zoological Science*, n° 14, p. 199-203.

NARBONI R., 1997, *La lumière urbaine : éclairer les espaces publics*, Paris, Le Moniteur.

NARBONI R., 2009, « Le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière des quartiers de la couronne parisienne ». DELEUIL J.-M. (sous la dir. de), *Éclairer la ville autrement. Innovations et expérimentations en éclairage public*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. 104-122.

NARISADA K. et SCHREUDER D., 2004, *Light Pollution Handbook*, Astrophysics and Space Science Library, Berlin/New-York/London, Springer.

NASMYTH J. et CARPENTER J., 1874, *The Moon Considered as a Planet, a World and Satellite*, London, John Murray.

NAVEH Z. et LIEBERMAN A., 1984, *Landscape ecology : theory and application*, New York, Springer-Verlag.

NEWMAN O., 1972, *Defensible Space : Crime Prevention Through Urban Design*, New York, Macmillan.

OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.

OBSERVATOIRE DE LA NUIT, 2006, *L'Observatoire De La Nuit® - Vague 4*.
URL : http://www.prminds.com/pressrelease.php?id=3209

ODUM E.-P., 1976, *Écologie : Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines*, Paris, Doin.

OGDEN L.J.E., 1996, *Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds*, Toronto, Canada.

OUTEN A.R., 2002, « The ecological effects of road lighting », SHERWOOD B., CULTER D. et BURTON J.A. (sous la dir. de), *Wildlife and roads : the ecological impact*, p. 133-155, London, Imperial College Press.

PAINTER K.A., 1994, « The impact of street lighting on crime, fear, and pedestrian street use », *Security Journal*, n° 5, p. 116-124.

PAINTER K.A. et FARRINGTON D.P., 1999, « Improved street lighting: Crime reducing effects and cost-benefit analyses », *Security Journal*, n° 12, p. 17-32.

PAQUOT T., 2000, « Le sentiment de la nuit urbaine aux XIX^e^ et XX^e^ siècles », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 87, p. 6-14, 128-129.

PAQUOT T., 2010, *L'urbanisme c'est notre affaire !*, Nantes, L'Atalante.

PAQUOT T. et YOUNES C. (sous la dir. de), 2010, *Philosophie de l'environnement et milieux urbains*, Paris, La Découverte.

PARK O., 1940. « Nocturnalism - the development of a problem », *Ecological Monographs*, n° 10, p. 485–536.

PAROT F., 1995, *L'homme qui rêve*, Paris, PUF.

PASCAL B., 1670, *Pensées*.

PAWLIKOWSKI M., KATARZYNA W. et KARASEK M., 2002, « Oncostatic action of melatonin ; facts and question marks », *Neuroendocrinology Letters*, n° 23, p. 24-29.

PEASE K., 1999, « A review of street lighting evaluations : Crime reduction effects », PAINTER K. et N. TILLEY N. (sous la dir. de) *Surveillance of Public Space : CCTV, Street Lighting and Crime Prevention,* p. 47-76, Monsey, New York : Criminal Justice Press.

PENEFF J., 1992, *L'Hôpital en urgence*, Paris, Métailié.

PETERS R.H., 1991, *A Critique for Ecology*, Cambridge, Cambridge University Press.

PIGOU A.C., 1920 (1932), *The Economics of Welfare*, London, Macmillan. Édition de 1932 consultable en ligne, Library of Economics and Liberty, dernière consultation le 11 août 2010.

PITTE J.-R., 1990, « Dictionnaire de l'écologie », *Encyclopedia Universalis*, Paris, Albin Michel, p. 951-955

POIGNANT, SIDO, 2010, *Rapport du Groupe de travail sur la Maîtrise de la pointe électrique*, disponible en ligne à l'URL : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Poignant-Sido.pdf

POIZAT M., 2004, « "L'inquiétante étrangeté" de la voix ou : la voix du loup », *Peurs et terreurs d'enfance - la lettre de l'enfance et de l'adolescence*, n° 56, p. 43-49.

POPPER K., 1934 (1959), *La Logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.

PUKKALA E., 2003, « Cancer incidence among 10.211 airline pilots: a Nordic study », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, n° 74, p. 699-706.

RAICHWARG D. et JACQUES J., 1991, *Savants et Ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences*, Paris, Seuil.

RAMSAY M. et NEWTON R., 1991, « The Effect of Better Street Lighting on Crime and Fear : A review », *Crime Prevention Unit Paper*, n° 29, London, Home Office.

RAND A.S., BRIDAROLLI M.E., DRIES L. et RYAN M.J., 1997, « Light levels influence female choice in Tungara frogs: predation risk assessment ? », *Copeia*, p. 447-450.

RATTI C., BAKER N. et STEEMERS K., 2005, « Energy Consumption and Urban Texture , *Energy and Buildings*, n° 37, p. 762-776.

RAZEMON O., 2010, « Black-out sur l'autoroute. L'arrêt de l'éclairage des voies rapides franciliennes suscite des débats , *Le Monde*, daté du 23 juillet 2010.

REINBERG A. et TOUITOU Y., 1996, « Synchronization and dyschronism of human circadian rhythms », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 487-495.

REITER R.J., 1993, « Interaction of the pineal hormone melatonin with oxygencentered free radicals: a brief review », *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, n° 26, p. 1141-1155.

REPPETTO T.A., 1976, « Crime prevention and the displacement phenomenon », *Crime and Delinquency*, n° 22, p. 166-177.

REYBARD M.-C. et SACRE M.-J., 1983, *Le dragon timide*, Paris, Cerf.

RICH C. ET LONGCORE T. (sous la dir. de), 2006, *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Washington, Island Press.

RIMBAUD A., 1870 (1895), « Roman », *Poésies complètes*, Paris, Vanier.

RITZ T., ADEM S. et SCHULTEN K., 2000, « A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds », *Biophysical Journal*, n° 78, p. 707-718.

ROBERTS N., 1998, *The Holocene. An Environmental History*, Oxford, Blackwell.

RODARY E. et CASTELLANET C., 2003, « Les trois temps de la conservation », RODARY E. CASTELLANET C. et ROSSI G. (sous la dir. de), *Conservation de la nature et développement, l'intégration impossible ?* Paris, GRET-KARTHALA, p. 5-44.

ROSTAND E., 1897, *Cyrano de Bergerac*, Paris, Folio.

ROUSSEL V., 2003, « La politique saisie par le droit. La judiciarisation du politique, réalités et faux semblants », *Mouvements*, n° 29, p. 12-18.

RYDELL J., 1992, « Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden », *Functional Ecology*, n° 6, p. 744-750.

RYDELL J. et BAAGØE H.J., 1996, « Streetlamps increase bat predation on moths », *Entomologisk Tidskrift*, n° 117, p. 129-135.

SABBAH, 1993, « Yann Kersalé, allumeur de ville », *Urbanisme*, n° 266, p. 20-22.

SAGAN C., 1994, *Pale Blue Dot. A vision of the human future in space*. New York, Random House.

SALAT S. et NOWACKI C., 2010, « Repenser la ville, sa forme, ses flux », JACQUET P., PACHAURI R.K. et TUBIANA L. (sous la dir. de), *Regards sur la Terre 2010. L'annuel du développement durable. Villes : changer de trajectoire*. Paris, Presses de Sciences Po, p. 141-148.

SALMON M. (2003). « Artificial night lighting and sea turtles », Biologist 50, p. 163-168.

SALMON M., TOLBERT M.G. et PAINTER D.P. (1995). *Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. II. Hatchling orientation*. J Herpetol 29, p. 568-576.

SAMUELSON P.A., 1954, « The pure theory of public expenditures », *Review of Economics and Statistics*, n° 36, p. 387-389.

SANSOT P., 1983 (2009), *Variations paysagères*, Paris, Klincksieck, réédition Petite Bibliothèque Payot.

SASTRE J.-P. et JOUVET M., 1979, « Le comportement onirique du chat », *Physiology & Behavior*, Elsevier.

SCEP. et MATTHEWS W.H. 1970, *Man's Impact on the Global Environment : Assessment and Recommendations for Action*, Report of the Study of Critical Environmental Problems, MIT Press

SCHAEFER B. E., 1993, « Astronomy and the limits of vision », *Vistas in Astronomy*, n° 36, pp. 311-361.

SCHELING L., 2007, « Ecological Consequences of Artificial Night Lighting », *Natural Areas Journal*, vol. 27, n° 3, p. 281-282.

SCHERNHAMMER E.S., LADEN F., SPEIZER F.E., WILLET W.C., HUNTER D.J. et KAWACHI I., 2001, « Rotating Night Shifts and Risk of Breast Cancer in Women

Participating in the Nurses' Health Study », *Journal of the National Cancer Institute*, n° 93, p. 1563-1568.

SCHIVELBUSCH W., 1993, *La nuit désenchantée. À propos de l'histoire de l'éclairage électrique au XIX^e siècle*. Paris, éditions du Promeneur.

SCHMIDT A.-M., 1959 (1982), *L'Amour noir, Poèmes baroques,* Genève-Paris, Slatkine.

SCHMIDTZ D., 1994, « The institution of property », Social Philosophy and Policy, n° 11, p. 42-62.

SCHMIEDEL J., 2001, « Effects of artificial lighting on the animal world - an overview », *Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz*, n° 67, p. 19–51.

SCHWARTZ A. et HENDERSON R.W., 1991, *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*, Gainesville, University of Florida Press.

SHUBONI D. et YAN L., 2010, « Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system », *Neuroscience*, article sous presse.

SIBLET J.-P., 2008, « Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Synthèse bibliographique », *Rapport MNHN-SPN/MEEDDAT*, n° 8.

SIEMON J.M. et VARDELL L., 1974, « Bright answer to the crime and energy question », *Police Chief*, june, p. 53-55, National Institute of Justice.

SIMON M., 1959, « Remarques sur les manuscrits de la mer Morte », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, n° 1, p. 122-134.

SIVAN J.-P., 2002, « La Pollution lumineuse et l'Observatoire de Haute-Provence », site Web de l'Observatoire de Haute-Provence, dernière consultation le 29 août 2010. URL : http://www.obs-hp.fr/pollution/rapport/rapollum.shtml

SMITH F.G., 1979, « Report and Recommandations of IAU Commission 50 », *Reports on Astronomy*, IAU Transaction, XVIIA, p. 218-222.

SMITH F.G. ACCETTA J.S. et SHUMAKER D.L., 1993, *The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook, Atmospheric propagation of radiation, Volume 2*, Ann Arbor, Infrared Information Analysis Center.

SOBOUL A., 1978, *La Civilisation et la Révolution française*, Paris, Arthaud.

SPIEGEL K., LEPROULT R. et VAN CAUTER E., 1999, « Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function », *Lancet*, n° 354, p. 1435-1439.

SQUIRES W.A. et HANSON H.E., 1918, The destruction of birds at the lighthouses on the coast of California, *Condor* n° 20, p. 6-10.

STEEVES T.D ., KING D.P., ZHAO Y., SANGORAM A.M. et DU F., 1999, « Molecular cloning and characterization of the human clock gene : expression in the suprachiasmatic nuclei », *Genomics*, n° 57, p. 189-200.

STEPHANOFF M., 2004, « Avoir peur fait-il grandir ? », *Peurs et terreurs d'enfance - la lettre de l'enfance et de l'adolescence*, n° 56.

STERN P.C., 1993, « A second environmental science : human-environment interactions », *Science*, n° 260, p. 1897-1899.

SUMMERS C.G., 1997, « Phototactic behavior of Bemisia argentifolii (Homoptera: Aleyrodidae) crawlers », *Annals of the Entomological Society of America*, n° 90, p. 372-379.

TANISAKI J., 1977, *Éloge de l'ombre,* Paris, Unesco/Publications orientalistes de France. Traduit du japonais par René Sieffert.

TAYLOR R.B. et GOTTFREDSON S., 1986, « Environmental design, crime and prevention : An examination of community dynamics », REISS A.J. et TONRY M. (sous la dir. de) Communities and Crime, p. 387-416, Chicago, University of Chicago Press.

THERY M., CNRS/MNHN, « L'éclairage artificiel trouble les rythmes biologiques », Espace des sciences, Sciences Ouest, article en ligne, consulté pour la dernière fois le 17 août 2010. URL : http://www.espace-sciences.org

THEVENIN T., CHARDONNEL S. et COCHEY E., 2007, « Explorer les temporalités urbaines de l'agglomération de Dijon », *Espace, Population, Sociétés*, vol. 2-3, p. 159-164.

TIEBOUT C.M., 1956, « A pure theory of local expenditures », *Journal of Political Economy*, n° 6, p. 416-424.

TIEN J.M., O'DONNELL V.F., BARNETT A. et MIRCHANDANI P.B., 1979, *Street Lighting Projects : National Evaluation Program, Phase 1 Report*, Washington, National Institute of Law Enforcement and Criminal Justice.

TILLEY N., 1993, « The Prevention of Crime against Small Businesses : The Safer Cities Experience », *Crime Prevention Unit Paper*, n° 45, London, Home Office.

TORRE A. et AZNAR O., 2005, « Une analyse des modalités de résolution des tensions liées aux différents usages des espaces ruraux, Rapport final du projet 2.8 », *Programme de recherche Pour et Sur le Développement Régional,* INRA DADP Rhône-Alpes 2, « Territoires, Acteurs, Agriculteurs en Rhône-Alpes », Septembre.

TORRE A. et CARON A., 2002, « Conflits d'usages et de voisinage dans les espaces ruraux. Numéro thématique : Autour du développement durable », *Sciences de la société*, n° 57, p. 94-113.

TORRE A. et CARON A., 2005, « Réflexions sur les dimensions négatives de la proximité: le cas des conflits d'usage et de voisinage », *Économie et institutions*, museum.agropolis.fr. Consultable en ligne, dernière consultation le 11 août 2010. URL : http://museum.agropolis.fr/pages/savoirs/conflit_environnemental/comtorrecaron.pdf

TORRE A., MELOT R., BOSSUET L., CADORET A., CARON A., DARLY S., JEANNEAUX P., KIRAT T. et PHAM H.V., 2010, « Comment évaluer et mesurer la conflictualité liée aux usages de l'espace ? Eléments de méthode et de repérage », *VertigO – La revue en sciences de l'environnement*, vol. 10, n° 1. Article en ligne, dernière consultation le 11 août 2010, URL : http://vertigo.revues.org/9590

TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

TOUITOU Y. (sous la dir. de), 1998b, *Biological Clocks: Mechanisms and Applications: Proceedings of the International Congress on Chronobiology, Paris, France, 7-11 Sept 1997*, Excerpta Medica, Elsevier.

TOUITOU Y., FEVRE M., BOGDAN A., REINBERG A., DE PRINS J. *et al.*, 1984, « Patterns of plasma melatonin with ageing and mental condition : stability of nyctohemeral rhythms and differences in seasonal variations », *Acta Endocrinology*, n° 106, p. 145-151.

TOUITOU Y., MOTOHASHI Y., REINBERG A., TOUITOU C., BOURDELEAU P. *et al.*, 1990, « Effect of shift work on the secretory nighttime patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone », *European Journal of Applied Physiology*, n° 60, p. 288-292.

TOUITOU Y., BENOIT O., FORET J., AGUIRRE A. et BOGDAN A., 1992, « Effects of 2 hour early awakening and bright light exposure on plasma patterns of cortisol, melatonin, prolactin and testosterone in man », *Acta Endocrinol*, n° 126, p. 201-205.

TOUITOU Y. et HAUS E., 1994, « Chronobiology in Laboratory Medicine », TOUITOU Y. et HAUS E. (sous la dir. de), *Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine*, Springer-Verlag, Berlin, p. 673-708.

TOUITOU Y., BOGDAN A., LEVI F., BENAVIDES M. et AUZEBY A., 1996, « Disruption of the circadian patterns of serum cortisol in breast and ovarian cancer patients : relationships with tumor marker antigens », *Brit J Cancer*, n° 74, p. 1248-1252.

TOUITOU Y., BOGDAN A., HAUS E. et TOUITOU C., 1997, « Modifications of circadian and circannual rhythms with aging », *Experimental Gerontology*, n° 32, p. 603-614.

TOUITOU Y., BOGDAN A., AUZEBY A. et SELMAOUI B., 1998, « Mélatonine et vieillissement », *Thérapie*, n° 53, p. 473-478.

TREPOS J.-Y., 2002, « La nuit, entre métaphore et synecdoque (Présentation) », Le Portique [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index168.html

TRIPLET P. et SCHRICKE V., 1998, « Les facteurs de dérangement des oiseaux d'eau : synthèse bibliographique des études abordant ce thème en France », *Bulletin mensuel de l'ONCFS*, n° 235, p. 20-27.

TURNER M.G., 1989. « Landscape ecology: the effect of pattern on process », *Annual Review of Ecology and Systematics*, n° 20, p. 171-197.

TURNER M.G., GARDNER R.H., O'NEILL R.V., 2001, *Landscape ecology in theory and practice : pattern and process*, New York, Springer.

UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE, 1964, rapport du « Surgeon General » sur les effets du tabagisme sur la santé.

VAUCHEZ A., 2009, *Lumières du Moyen-Âge*, Séance de rentrée de l'Institut de France, 27 octobre. URL : http://www.institut-de-france.fr/minisite/seance-cinq-academies/discours/vauchez.pdf

VAX L., 2002, « Le dragon, bête nocturne dans la littérature orale », *Le Portique* [En ligne], 9 | 2002, mis en ligne le 08 mars 2005. Consulté le 31 août 2010. URL : http://leportique.revues.org/index171.html

VERDET J.-P., 1990, *Une histoire de l'astronomie*, Paris, Seuil.

VERHEIJEN F.J., 1958, « The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals », *Archives Néerlandaises de Zoologie*, n° 13, p. 1-107.

VERHEIJEN F.J., 1985, « Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies » , *Journal of Experimental Biology*, n° 44, p. 1-18.

VINCENDON S., 2008, *Petit traité des villes à l'usage de ceux qui les habitent*, Paris, Hachette.

VRIJ A. et WINKEL F.W., 1991, « Characteristics of the built environment and fear of crime: A research note on interventions in unsafe locations », *Deviant Behavior*, n° 12, p. 203-215.

WACKERNAGEL M. et REES W., 1996 (1999), *Notre empreinte écologique. Comment réduire les conséquences de l'activité humaine sur la Terre*, Montréal, Écosociété.

WALKER M.F., 1973, « Light pollution in California and Arizona », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 85, p. 508-519.

WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

WALKER M.F., 1987, *National Optical Astronomy Observatory Newsletter*, n° 10, p. 16.

WARR M., 1990, « Dangerous situations : Social context and fear of victimization », *Social Forces*, n° 68, p. 891-907.

WETZEL J., 1926, *Les méthodes modernes d'éclairage. Technique de l'utilisation de la lumière*, Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Léon Eyrolles Editeur.

WIENS J.A., 1997, *Metapopulation dynamics and landscape ecology*, San Diego, Academic Press

WIESE F.K., MONTEVECCHI W.A. et DAVOREN G.K., 2001, « Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic », *Marine Pollution Bulletin*, n° 42, p. 1285-1290.

WILSON E.O., 1991, *The Diversity of Life,* Cambridge, Harvard University Press.

WILSON E.O., 1998, *Consilience. The Unity of Knowledge*. London, Abacus.

WILSON E.O., et WILLIS E.O., 1975, « Applied biogeography : The design of nature reserves », CODY M.L. et DIAMOND J.M. (sous la dir. de), *Ecology and evolution of communities*, Cambridge, Harvard University Press, p. 522-534.

WILSON J.Q. et KELLING G.L., 1982, « Broken windows », *The Atlantic Monthly* (March), p. 29-38.

WILTSCHKO W., MUNRO U., FORD H. et WILTSCHKO R., 2003, « Magnetic orientation in birds: non-compass responses under monochromatic light of increased intensity », *Proceedings of the Royal Society of London*, n° 270, p. 2133-2140.

WILTSCHKO W., WILTSCHKO R. et MUNRO R., 2000, « Light-dependent magnetoreception in birds : the effect of intensity of 565-nm green light », *Naturwissenschaften*, n° 87, p. 366- 369.

WITHERINGTON B.E., 1997, « The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals », CLEMMONS JR et BUCHHOLZ R. (sous la dir. de), *Behavioral approaches to conservation in the wild,* Cambridge, Cambridge University Press.

WOLMAN A., 1965, « The metabolism of cities », *Scientific American*, n° 213, p. 179-190.

WRIGHT R., HEILWEIL M., PELLETIER P. et DICKINSON K., 1974, *The Impact of Street Lighting on Crime*, Ann Arbor, University of Michigan.

YAMAMOTO H. et MOHANAN P., 2001, « Preventive effect of melatonin against DNA damage induced by cyanide, kainate, glutathione/Fe3+/O2, or H2O2/Fe2+ », *Journal of Pineal Research*, n° 31, p. 314-319.

YURK H. et TRITES A.W., 2000, « Experimental attempts to reduce predation by harbor seals on out-migrating juvenile salmonids », *Transactions of the American Fisheries Society.*, n° 129, p. 1360-1366.

ZISSIS G. et SAJOUS P., 2009, « Gradation de lumière, économies d'énergie et ambiances urbaines », DELEUIL J.M. (sous la dir. de), *Éclairer la ville autrement - Innovations et expérimentations en éclairage public,* Lausanne, PPUR, p. 12-34.

ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.

Lois, Réglements, Directives

ADEME, 2002, *Éclairer juste*.

AFE, 1961, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.

AFE, 1997, « Guide d'application de la norme européenne Éclairage public EN 13201 », *LUX*, septembre-octobre.

AFE, 2002, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.

AFE, 2006, *Éclairages extérieurs. Les nuisances dues à la lumière. Guide 2006*, Paris, LUX.

AFE, 2009, « Moins d'éclairage pour moins d'accidents ?' Est-ce raisonnable ? », *Le point de vue de l'AFE*, *LUX*, n° 252, p. 2.

AFE, 2010, « Éclairage public, Réponses à 40 questions trop souvent dévoyées ». *LUX*, tiré à part.

ANPCEN, 2008, *Cahier des Clauses Techniques Particulières. Éclairage Public. Modèle pour les Communes et Communautés de Communes*.

Assemblée Nationale, 2005, Proposition de loi relative à la lutte contre les pollutions lumineuses nocturnes. Proposition de loi n° 2275, présentée par Nathalie Kosciusko-Morizet.

Assemblée Nationale, 2008, Projet de loi de programme relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

Assemblée Nationale, 2010, Projet de loi portant engagement national pour l'environnement. Texte adopté n° 504, dit « Petite loi ».

CIE, 1965, *Recommandations internationales*.

Circulaire n° 94-88 du 21 novembre 1994 prise pour l'application du décret n° 94-283 du 11 avril 1994 relatif aux directives de protection et de mise en valeur des paysages.

Code de l'Environnement.

Code de la Route

Code des Marchés Publics.

Code Général des Collectivités Territoriales.

Code Pénal.

Conseil de l'Europe, 2000, Convention européenne du paysage.

Cour Administrative d'Appel de Bordeaux, n° 06BX02495, 10 juin 2008, commune de Saint-Mary.

Cour administrative d'appel de Bordeaux, n° 90BX00369 90BX00385, 15 juin 1993, commune de Lormont.

EDF, 1958, *Le code de bonne pratique d'éclairage public et de signalisation lumineuse*, Paris, EDF.

Ley 6/2001 de 31 de mayo, De ordenacion ambiental del alumbrado para la proteccion del medio nocturno, DOGC, n° 3407, p. 8682 [Loi espagnole].

Loi d'Orientation et de Programmation relative à la Sécurité, 21 janvier 1995.

Loi n° 2001-1168 dite « loi MURCEF », 11 décembre 2001.

Loi d'Orientation et de Programmation sur la Sécurité Intérieure, 29 août 2002.

Loi n° 2007-1787 relative à la simplification du droit, 20 décembre 2007.

Loi n° 2009-967 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, 3 août 2009.

Manuel d'Application du Code des Marchés Publics, 2004.

UICN, 1994, Lignes directrices pour les catégories de gestion des aires protégées. Cambridge, éditions Gland

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS **5**

INTRODUCTION GÉNÉRALE **9**

Un projet lumière aux bénéfices reconnus *11*
Les coûts de la lumière : nuisances, pollutions ? *13*
Des mouvements de contestation visant à « Sauver la nuit » *15*
Plan de ce travail *16*

PREMIÈRE PARTIE : OMBRE ET LUMIÈRE **17**

Introduction **19**

CHAPITRE 1 : L'HOMME OCCIDENTAL ET LA NUIT **21**

1.1 UNE RELATION AMBIVALENTE 23

1.1.1 Des peurs enfantines aux cauchemars adultes 23

1.1.1.1 Nuit et rêves 23

La nuit et ses rêves… *23*
Mais aussi ses cauchemars *26*
Une peur nécessaire à la construction de tout un imaginaire *26*
Des personnages peuplant les récits d'enfants, et les récits pour enfants *28*

1.1.1.2 Les peurs adultes 33

Des sensations confuses qui désorientent *33*
Des préoccupations sécuritaires entretenues *34*
L'imaginaire du noir, de la chute aux complots *36*

1.1.2 La nuit, moment de la « dénormalisation » sociale par excellence ? 37

1.1.2.1 La transgression possible des « interdits sociaux » 38

Un temps majoritairement en dehors du travail *38*
La nuit des plaisirs et de la fête sans surveillance : le temps des possibles *38*
Un sentiment de liberté accru aussi chez les travailleurs de nuit *40*

1.1.2.2 Une redistribution du jeu diurne ? 41

La relation à « l'autre » *41*
Quelques moments et lieux d'inversion des jeux sociaux *42*

1.1.2.3 Et pourtant, une nuit ségréguée 44

Une ségrégation par le travail *44*
Une ségrégation par les usages *44*
Une ségrégation par les moyens *45*
Une ségrégation par les pratiques du « monde de la nuit » *46*

1.2 LA NUIT DES ARTISTES, DE L'IMAGINAIRE ET DE LA CONSTRUCTION PERSONNELLE 49

1.2.1 Un moment privilégié d'inspiration 49

1.2.1.1 « Petite Musique de nuit » 49

De l'accompagnement des festivités nocturnes au romantisme de la nuit *50*
Le moment des émotions exacerbées *51*

1.2.1.2 La nuit picturale 53

La nuit des peintres *53*

La nuit des photographes et des cinéastes *55*
Mais aussi la nuit des artistes lumière *58*
1.2.1.3 Des mots de nuit 58
« C'est ma frangine en noir, celle que j'appelle 'bonsoir' » *58*
Les mille et une nuits de l'écriture *59*
Moment d'écriture, mais aussi moment de lecture *62*
1.2.2 Un moment de questionnements constitutifs de l'être 62
1.2.2.1 Une relation plus directe à soi 62
Penser, la nuit comme allégorie philosophique ou la vision hégélienne *62*
Une cécité qui fait plonger en soi-même *64*
1.2.2.2 La relation à l'inconnu 65
Des paysages redessinés *65*
Des sens en éveil *67*
1.2.2.3 La relation à l'infini 68
La voûte céleste pour seule frontière *68*
Un espace-temps de la démesure *70*
1.3 LES ATTRIBUTS FONDAMENTAUX DE LA LUMIÈRE 71
1.3.1 Place de la lumière dans la culture judéo-chrétienne 71
1.3.1.1 « De la guerre des Fils de Lumière contre les Fils des Ténèbres » 72
Les manuscrits de la Mer Morte : esséniens contre païens et « mauvais juifs » *72*
Une dualité présente tout au long de la Bible *73*
Les trois lignes principales de « la lumière » biblique *74*
1.3.1.2 Des croyances rythmées par l'astre du jour 78
Les solstices, symboles de mort et de renaissance *78*
Les prières au rythme du jour et de la nuit *79*
La lumière dans la liturgie catholique *79*
1.3.2 De l'obscurantisme aux Lumières 80
1.3.2.1 L'image des « ténèbres médiévales » 80
Un « brouillard épais » *80*
1.3.2.2 Le siècle des Lumières 81
De la lumière aux Lumières *81*
L'Encyclopédie, symbole des Lumières et du Savoir *82*
CHAPITRE 2 : UNE NUIT URBAINE SOUS ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL 85
2.1 LA QUÊTE DU « SOLEIL PERMANENT » 87
2.1.1 L'avènement de l'éclairage artificiel 87
2.1.1.1 Les premiers dispositifs d'éclairage des rues 88
Les principes de l'Art Urbain *88*
La rue soumise à l'ordre d'un État absolutiste *88*
« Après minuit, chaque lanterne vaut un veilleur de nuit » *89*
2.1.1.2 Gaz, électricité : logique de réseau et de fonctionnalisation 90
Le gaz, ou la mise en réseau des luminaires *90*
L'émergence de la pensée fonctionnelle de la ville *91*
2.1.2 1930-1980 : éclairer pour le déplacement 92
2.1.2.1 La ville automobile et la formalisation des principes d'éclairagisme 92

Entre les deux guerres, une ville soumise à l'automobile ... *92*
Naissance de la CIE et de l'AFE ... *92*
L'urbanisme moderne des Trente Glorieuses ... *93*

2.2 LES FONCTIONS DE L'ÉCLAIRAGE URBAIN AUJOURD'HUI ... 95

2.2.1 Des fonctions dites « consensuelles » ... 95

2.2.1.1 Une dépendance des activités nocturnes à la lumière ... 95
Des activités nocturnes de plus en plus développées, un temps convoité ... *95*
L'interdépendance des activités et leur dépendance à la lumière ... *96*

2.2.1.2 La sécurisation des déplacements : voir et être vu ... 96
Faciliter la tâche visuelle du conducteur ... *96*
Une plurimodalité rendant la tâche plus complexe ... *98*
Des conflits visuels entre éclairage public et éclairage privatif ... *98*

2.2.1.3 Prévention situationnelle et sécurité urbaine ... 100
Historique récent de la thématique éclairage/sécurité ... *102*
Les principes de la prévention situationnelle ... *103*
Accroître une « surveillance naturelle » grâce à l'éclairage ? ... *107*

2.2.2 Les nouveaux enjeux de l'éclairage ... 109

2.2.2.1 Le renouveau de la lumière urbaine depuis le milieu des années 1980 ... 109
Un contexte de mise en concurrence des villes ... *110*
À nouvelle conception de la ville, nouvel éclairage ... *110*
Éclairage public, lumière urbaine : deux politiques bien distinctes ... *111*

2.2.2.2 Un rôle de recomposition des espaces urbains ? ... 111
Les SDAL et plans lumière ... *111*
Un outil du paraître, aux impacts souvent surestimés ... *112*
La mise en valeur des monuments, image de marque de la ville ... *113*
L'arrivée de la maîtrise temporelle de l'éclairage ... *115*

CHAPITRE 3 : LES IMPACTS NÉGATIFS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE ... 117

3.1 LES IMPACTS SOCIOCULTURELS ... 119

3.1.1 La perte du ciel comme ressource religieuse et culturelle ... 120

3.1.1.1 Le ciel, pierre d'angle des croyances ... 120
Le ciel comme projection des mythes, croyances et connaissances ... *120*
« Monter au ciel » ... *121*

3.1.1.2 Le ciel et l'imaginaire ... 123
Contes et légendes étoilés ... *123*
Le ciel de l'écrivain et du poète ... *124*

3.1.1.3 Le ciel, le paysage, le ciel nocturne *dans* le paysage ... 128
Le paysage : un objet géographique polysémique ... *128*
Un terme défini de façon incomplète ? ... *130*
Le ciel étoilé, ou l'archétype du patrimoine commun de l'humanité ... *133*

3.1.2 Les impacts sur les activités scientifiques ... 133

3.1.2.1 Les apports de l'astronomie sur des questionnements ancestraux ... 133
Des conceptions de l'univers céleste liées aux différentes conceptions du monde ... *133*
La cosmologie contemporaine, ou le vertige des dimensions ... *136*

3.1.2.2 Les impacts sur l'astronomie professionnelle ... 140

La dégradation d'un outil de travail *140*
3.1.2.3 L'astronomie amateur touchée de plein fouet 142
Les impacts sur leurs activités *143*
Leur rôle majeur dans la promotion d'une culture scientifique trop peu présente *143*

3.2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX 147

3.2.1 Échelle et étendue des effets écologiques, mesures et unités 147
3.2.1.1 L'étendue de la pollution lumineuse écologique 148
Les échelles spatiales *148*
Les échelles temporelles *148*
3.2.1.2 Mesure(s) et unités 149
Le problème d'une mesure trop générale *149*
Des unités SI trop restrictives *149*

3.2.2 Écologie comportementale et de population 150
3.2.2.1 Orientation/désorientation, attraction/répulsion 150
Les effets de perturbation de l'orientation *150*
Attraction et répulsion *152*
3.2.2.2 Reproduction et communication 152
Une perturbation des comportements reproductifs *152*
Des modes de communication dépendant des niveaux d'éclairement *153*

3.2.3 Ecologie de la communauté et effets d'écosystèmes 154
3.2.3.1 Compétition 154
3.2.3.2 Prédation 155

3.3 IMPACTS SANITAIRES 157

3.3.1 Les rythmes biologiques, leur synchronisation et désynchronisation 158
3.3.1.1 Définition et caractéristiques des rythmes biologiques 158
Composantes d'un rythme biologique *160*
La notion d'horloge biologique *161*
3.3.1.2 Synchronisation des rythmes biologiques 161
Facteurs influençant les rythmes biologiques *164*
Désynchronisation des rythmes circadiens *166*

3.3.2 Déterminer des critères de causalité entre cancer et environnement ? 167
3.3.2.1 Critères de Hill 170

3.3.3 Une relation dose-effet entre LAN et carcinogénèse ? 172

Conclusion 179

DEUXIÈME PARTIE : LES TERRITOIRES DE LA LUMIÈRE 183

Introduction 185

CHAPITRE 1 : DES EMPREINTES LUMINEUSES DIFFÉRENCIÉES 187

1.1 LES DIFFÉRENTS HALOS LUMINEUX 189

1.1.1 Notions simplifiées d'éclairagisme 189
1.1.1.1 Flux, intensité, luminance et éclairement, des notions nécessaires 189
Le flux lumineux *189*

L'intensité lumineuse ... *190*
La luminance ... *190*
L'éclairement ... *191*
1.1.1.2 Les diagrammes de rayonnement ... 192
Présentation ... *192*
Exemples ... *192*
1.1.1.3 Eclairement au sol et coefficient d'uniformité ... 193
La mesure la plus courante : l'éclairement au sol ... *193*
Le coefficient d'uniformité ... *194*
1.1.1.4 Des ajustements techniques possibles ... 195
Les données ajustables ... *195*
Simulations ... *196*
1.1.2 Formation et différenciation des halos lumineux ... 197
1.1.2.1 Origines du halo lumineux ... 197
La diffusion atmosphérique de la lumière ... *197*
Les différentes contributions au halo : une déperdition par étapes ... *198*
1.1.2.2 Rôles de la zone d'émission et de la morphologie du bâti ... 201
Des contributions différentes selon les angles d'émission ... *201*
Rôle de la morphologie du bâti proche sur l'extension du halo ... *202*
1.1.2.3 Le halo d'agglomération ... 204
La somme d'une multitude de points lumineux ... *204*
Le rôle de l'albédo ... *206*
1.2 L'EMPREINTE LUMINEUSE : UN ENTRELACS D'ÉCHELLES ... 207
1.2.1 Les grands territoires, ou l'échelle des halos d'agglomération ... 207
1.2.1.1 Cartographie mondiale ... 207
« Plus de la moitié de la population européenne ne voit plus la Voie Lactée à l'œil nu » ... *207*
L'éclairage urbain, projection des niveaux de vie ? ... *212*
1.2.1.2 À l'échelle de la France ... 215
Cartographie de l'empreinte lumineuse à partir du modèle de Walker ... *215*
Un lissage des densités de population ... *225*
1.2.1.3 Des disparités à l'échelle d'une région : l'exemple de la Bourgogne ... 225
Une cartographie zénithale à partir des données CORINE Land Cover 2000 ... *225*
Des filaments d'urbanisation ... *230*
Un mitage prononcé, même dans les zones relativement préservées ... *230*
1.2.2 L'intra-urbain, l'échelle des empreintes sensibles ... 231
1.2.2.1 Un éclairage encore trop dévoué à des « fonctions » bien distinctes ... 232
Un éclairage urbain loin d'être cohérent ... *232*
Différences visibles, différences sensibles ... *232*
Typologie des éclairages des espaces urbains ... *234*
1.2.2.2 Aspects quantitatifs et qualitatifs de la typologie ... 235
Les centres-villes ... *235*
Les zones résidentielles et lotissements ... *241*
Les zones d'activités commerciales ... *242*
La grande voirie périurbaine d'interconnexion ... *246*
1.2.3 Une perception et des impacts dépendant du point de vue des observateurs ... 249
1.2.3.1 Deux regards ... 249

Un œil extérieur....249
Un œil immergé....252
1.2.3.2 Des impacts différenciés....253
Les impactés à échelle large....253
Les impactés à échelle fine....255

1.3 VERS UNE MODÉLISATION FINE ?....257
1.3.1 Principes de modélisation et échelles d'application....257
1.3.1.1 Modélisation de la diffusion atmosphérique et de la source lumineuse....257
Modélisation de l'atmosphère....258
Modélisation du lampadaire....260
1.3.1.2 Quelle applicabilité aux différentes échelles ?....265
Une application directe : les études d'impacts d'échelle fine....265
L'application à une agglomération ?....265
L'application à l'échelle régionale par le calcul de densités de luminaires....266
1.3.2 Visualisation des facteurs de variation du halo....267
1.3.2.1 Les paramètres extérieurs au luminaire....267
Distance à la source....267
Albédo du sol....271
1.3.2.2 Les paramètres du luminaire, techniquement ajustables....274
Le flux lumineux de la source....274
Le défilement de la source....276

CHAPITRE 2 : QUELLE GOUVERNANCE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC ?...279

2.1 L'ÉCHELLE NATIONALE : PRODUCTION ET RECOMMANDATIONS 281
2.1.1 Production, demande et gestion de la pointe électrique....281
2.1.1.1 La production d'électricité en France....281
Spécificité de la production électrique française....281
Données de la production d'électricité en France....281
2.1.1.2 Des lieux de production aux communes : réseau et demande....283
Bref historique du réseau électrique français....283
La morphologie actuelle du réseau électrique français....285
Un acheminement délicat depuis les lieux de production aux lieux de consommation....290
L'électricité dévolue à l'éclairage public des communes : quels besoins ?....292
2.1.1.3 Dimensionnement de la production et du réseau : le problème de la pointe....293
Dimensionner l'offre selon la demande, ou la demande selon l'offre ?....293
La pointe électrique en France....295
Les coûts des pointes électriques....299
L'éclairage public comme moyen de délestage lors des épisodes de pointe....301
2.1.2 Les organismes de la lumière....302
2.1.2.1 CIE, AFE et industriels de l'éclairage....302
CIE et AFE, promotion de la lumière et recommandations....302
Les industriels de l'éclairage....304
2.1.2.2 Un but commun : étendre le parc lumineux des communes....306
Le poids des industriels de l'éclairage dans les organes de l'AFE....306
Des recommandations taillées pour l'industrie de l'éclairage ?....306

L'émergence de doutes quant à l'application de la norme *309*

2.2 L'échelle locale 311

2.2.1 L'ensemble des possibles pour la gestion de l'éclairage 311

2.2.1.1 DSP, Gestion Globale et PPP 311

La Délégation de Service Public par concession, base historique de la gestion de l'éclairage *311*

Gestion Globale et contrats de Partenariat Public-Privé (PPP) *313*

ETDE, INEO, Citeos, Vinci Energies, NeoLight et consorts : la course aux PPP *315*

L'éclairage, petite partie d'une « globalité » à gérer et à « maîtriser » *316*

2.2.1.2 Le problème de l'éclairage privatif 317

Des acteurs nombreux, sans véritable coordination *317*

Les lotissement : conception privée, puis retour à la gestion publique *318*

2.2.1.3 La logique fonctionnaliste encore prégnante 319

L'inertie des infrastructures *319*

Des habitudes bien ancrées *320*

2.2.2 Syndicats intercommunaux et services techniques 321

2.2.2.1 Rôle et fonctionnement des syndicats et services techniques 321

Les syndicats d'éclairage : un fonctionnement de communauté de communes *321*

Demande, fourniture et maintenance *323*

2.2.2.2 Le maire : ultime décideur sous influences 324

Quelle définition pour l'éclairage public ? *324*

L'éclairage de voirie, un pouvoir de police du maire *325*

Une confiance versée à la concession *326*

2.2.2.3 Le problème de la responsabilité du maire, point d'achoppement 327

Le message de l'AFE : l'engagement de la responsabilité personnelle *327*

Une confusion entre « absence d'éclairage » et « dysfonctionnement de l'éclairage » *328*

Une responsabilité non engagée en cas de décision de coupure de l'éclairage *329*

Conclusion 331

TROISIÈME PARTIE : POLLUTIONS LUMINEUSES, CONFLITS ET NOUVELLE GOUVERNANCE 335

Introduction 337

CHAPITRE 1 : DE NOUVEAUX ACTEURS EN PLEINE LUMIÈRE 339

1.1 Perception de la nuisance, perception de la pollution 341

1.1.1 L'apparition d'un problème nouveau 341

1.1.1.1 Un contexte de montée de la pensée environnementale 341

L'évolution de la relation Homme-Nature *346*

Finitude des espaces et finitude des ressources versus *croissance exponentielle* *349*

L'émergence d'une écologie scientifique *350*

L'entrée de l'écologie dans le paysage politique *354*

Le ciel nocturne comme « bien collectif pur », objet à sauvegarder *355*

1.1.1.2 Les astronomes, observateurs privilégiés de l'étalement urbain 358

Vues imprenables sur l'étalement urbain *358*

« Le premier instrument de l'astronome amateur aujourd'hui ? La voiture ! » *358*

La fuite des observatoires professionnels vers l'hémisphère Sud *359*
1.1.1.3 L'apparition d'un véritable objet de lutte 361
L'impression d'être spolié d'un bien : « Save Our Sky ! » *361*
« Quand on a des convictions, les arguments scientifiques passent après ! » *363*
1.1.2 Historique du discours général sur la pollution lumineuse 364
1.1.2.1 Les années 1980 : l'apparition de la terminologie « pollution lumineuse » 364
Une vision en termes de gêne et de nuisance trop restreinte *364*
Une appellation perçue comme trop radicale au regard des enjeux alors mis en avant *366*
1.1.2.2 Les années 1990 : la vision plus générale de « l'environnement nocturne » 368
Un nombre grandissant d'études sur les impacts écologiques de la lumière *368*
Le noir comme élément fondamental de tout biotope *368*
À la fin des années 1990, la domination de l'argumentaire écologique *369*
1.1.2.3 Les années 2000 : la thématique sanitaire 370
En théorie, une thématique de poids *370*
Une thématique jeune et difficile à cerner entrainant une relative prudence *371*
1.1.2.4 La nécessité d'indicateurs spécifiques aux nuisances et pollutions lumineuses 371
Un indice d'impact de la lumière artificielle sur la qualité du ciel nocturne ? *371*
Développer des indicateurs sanitaires, biologiques et écologiques *372*
1.2 La mobilisation collective des nouveaux acteurs 375
1.2.1 Historique et organisation de l'ANPCN 375
1.2.1.1 L'émanation du milieu de l'astronomie professionnelle et amateur 375
Le « Congrès de Rodez », en 1995, ou la structuration des astronomes amateurs *375*
Vers une « Association Nationale pour la Protection du Ciel Nocturne » *377*
1.2.1.2 Une association à la recherche d'ancrage par des réseaux 379
Un réseau de « correspondants locaux » *379*
La recherche permanente de liens avec d'autres associations *382*
1.2.2 Une mutation pleine de sens : de l'ANPCN à l'ANPCEN 383
1.2.2.1 Une « Protection du Ciel Nocturne » perçue comme trop corporatiste 383
Des décideurs maltraités par « la défense des intérêts de quelques astronomes » *383*
Des séquelles encore visibles chez tous les acteurs *384*
1.2.2.2 La nécessaire intégration de l'Environnement à la veille du Grenelle 385
Un changement d'image complet *386*
L'adhésion à France Nature Environnement comme reconnaissance de l'approche globale *387*
Le Grenelle de l'Environnement, ou l'assise nationale tant attendue par l'ANPCEN *388*
CHAPITRE 2 : CONFLITS ET NÉGOCIATIONS : VERS UNE GOUVERNANCE ÉLARGIE ? 391
2.1 Les propositions : zones protégées et réduction de flux 393
2.1.1 Les possibilités d'aménagement d'espaces protégés 393
2.1.1.1 Principes généraux de la protection d'espaces naturels 393
De la radicalité à l'intégration, une opportunité pour la protection du nocturne *393*
Modes, buts et portée de la protection *397*
2.1.1.2 Des expériences de protection spécifique et locale : les « réserves de ciel étoilé » 399
Aux origines des espaces de protection du ciel : la protection des observatoires *399*
Du Mont Mégantic au Pic du Midi de Bigorre *402*
Faire du noir un « avantage comparatif » des PNR ? *406*

« Ça ressemble à des réserves d'Indiens ! » *407*
2.1.2 La politique de réduction généralisée de l'intensité lumineuse 407
2.1.2.1 Différents arguments en faveur de la réduction globale 407
Un éclairage urbain trop uniforme et énergivore *407*
Un souci de cohérence territoriale *409*
2.1.2.2 L'importance, du point de vue écologique, d'une amélioration globale 410
La lumière, élément de perturbation écologique *410*
Une fragmentation multiscalaire des formes, structures et fonctions éco-paysagères *411*
2.1.2.3 Renforcer la composante nocturne des corridors écologiques et de la TVB 413
Connectivité et continuité écologique, fondements des corridors et de la TVB *413*
Des espaces à « plonger dans le noir » *416*
2.2 Conflits, réception et terrains d'entente possibles 417
2.2.1 Des conflits d'usage et de voisinage autour du nocturne ? 419
2.2.1.1 Les options économiques d'interprétation des conflits 420
L'approche par les externalités *420*
L'analyse pigouvienne pour la résolution des externalités *420*
L'impossible « appropriation coasienne » du ciel *421*
Autour du noir : des conflits dans la veine de l'approche hirschmanienne *423*
2.2.1.2 Les oppositions aux propositions de l'ANPCEN 424
Pour l'AFE et certains industriels, une remise en cause grave de leur expertise *424*
2.2.1.3 Les logiques territoriales des conflits autour de la lumière 425
Des conflits réellement ancrés dans le territoire *425*
Les grands traits de l'engagement conflictuel autour de la lumière *427*
Du local au général, ou la montée vers un traitement national *428*
Aller au contact des décideurs *428*
2.2.2 Pour les collectivités, un potentiel d'économies avant tout 429
2.2.2.1 Une dépollution source d'économies budgétaires et de modernisation 429
Les économies budgétaires, premier souci des élus *429*
La coupure de l'éclairage à certaines heures de la nuit *430*
Les économies d'énergies, ou la nécessaire cohérence du discours politique *432*
2.2.2.2 Les points noirs de la grande voirie et des zones commerciales 432
L'éclairage des voies rapides, ou le débat passionné de la sécurité routière *432*
Des extinctions source d'importantes d'économies budgétaires et d'énergies *434*
Les zones commerciales, des espaces manquant de considération publique *435*
CHAPITRE 3 : QUELS MODES DE RÉSOLUTION DES CONFLITS ? 437
3.1 Une résolution par la négociation locale ? 439
3.1.1 Concertation et production d'une charte interne au syndicat d'énergies 439
3.1.1.1 La rencontre entre associatif et syndicat d'énergies 439
Le processus de concertation, ou l'importance des personnes *439*
Le rôle prépondérant du SYDESL comme acteur institutionnel fédérateur *441*
3.1.1.2 La production concertée d'une charte interne 442
Un guide d'introduction générale à la problématique *442*
Une différentiation spatiale par les grands zonages environnementaux *442*
Des propositions techniques *444*
Une incitation à la réduction des niveaux d'éclairement et à l'extinction *446*

3.1.2 Dépasser les blocages et améliorer la participation commune 451
3.1.2.1 Des habitudes et des enjeux d'images sclérosants 451
Des blocages face à l'évolution des conventions hiérarchiques 451
Un travail resté lettre morte ? 451
3.2 Une résolution par le Droit ? 453
3.2.1 Où en est le droit français face à la lumière artificielle ? 454
3.2.1.1 Sécurité des déplacements et « protection du cadre de vie » 454
Les dispositions générales 454
« Hors agglomération » 456
« En agglomération » 457
Enseignes lumineuses, rayonnements LASER et canons à lumière 458
3.2.1.2 Approcher l'éclairage public par la notion de « maîtrise » 459
Rappel des principes généraux régissant l'éclairage public en France 459
Réparer les excès d'éclairage public ? 460
Les avancées du Grenelle, ou la « prévention des nuisances lumineuses » 462
Un processus simplifié d'étude d'impact environnemental pour l'éclairage ? 463
3.2.1.3 Le ciel et la nuit face au droit 465
Le ciel, zone d'ombre du droit 465
Pour le droit, une notion difficile à saisir 466
La considération du noir comme acteur à part entière des paysages et de leur qualité 468
Conclusion 471
CONCLUSION GÉNÉRALE 473
Une lumière symbolique face à une nuit ambivalente 475
Les effets négatifs de la lumière 476
Un projet positif et nécessaire : « Sauver la nuit » 478
L'influence des nécessaires économies d'énergie 479
Des biens publics purs devant être régulés par la Puissance Publique 479
L'éclairage, premier dispositif urbain intégrateur des temporalités ? Vers un programme de recherche systématique 481
LISTE DES FIGURES 485
LISTE DES ILLUSTRATIONS 489
LISTE DES TABLEAUX 493
LISTE DES ENCARTS 495
SIGLES ET ACRONYMES 497
BIBLIOGRAPHIE 503
Articles et Ouvrages 505
Lois, Réglements, Directives 526
TABLE DES MATIÈRES 529

Résumé

Notre société entretient une relation complexe avec la nuit, espace-temps souvent hors des cadences diurnes qui favorise la réflexion, l'imaginaire, la création, l'écoute et le rapprochement de l'autre, tout en révélant la ségrégation, la peur, et donc la restriction. Par cette recherche, nous mettons en regard de l'éclairage urbain – véritable projet lumière porteur d'une symbolique forte – les coûts socioculturels, écologiques et sanitaires engendrés par la lumière artificielle.

L'éclairage urbain génère un entrelacs géographique d'empreintes lumineuses d'échelles différenciées, que nous approchons par différentes modélisations, sans pour autant nous en interdire l'analyse sensible. Nous explicitons, à différentes échelles, les jeux d'acteurs institutionnels et les contraintes entourant la gouvernance de l'éclairage public en France, et soulignons la multiplication des possibilités offertes pour sa gestion locale.

Une caractérisation des différents impacts de la lumière artificielle nocturne à l'aide d'outils conceptuels de l'économie de l'environnement permet de définir comme réelles *pollutions* les dégradations écologiques et sanitaires, et comme *nuisance* la diminution – voire la perte – de l'accessibilité au ciel étoilé. Nous montrons comment le bien environnemental « ciel étoilé » a été saisi par les astronomes pour porter un projet positif intégrant désormais l'environnement nocturne dans son ensemble : « Sauver la nuit ».

Des oppositions à ce projet ont jalonné son histoire, mais les nécessaires économies d'énergie et les contraintes budgets des collectivités territoriales amènent désormais les acteurs locaux à reconsidérer avec plus d'intérêt les différentes propositions faites par les associations de « protection du ciel et de l'environnement nocturnes ». Mais la difficile efficience des mécanismes de marchandage coasiens nous amène à soutenir que la protection de ces biens publics purs, non appropriables et non marchandables, doit être prise en charge par la puissance publique.

Mots-clés *: nuit, éclairage public, lumière urbaine, empreinte lumineuse, nuisances lumineuses, pollutions lumineuses, gouvernance des territoires*

Abstract

Our society maintains a complex relation with night, space-time often outside the diurnal cadences which facilitates the reflection, the imagination, the creation, the listening and the link with the other one, while revealing the segregation, the fear, and thus the restriction. By this research, we put compared to the urban lighting – real light project carrier of a strong symbolism – the socio-cultural, ecological and sanitary costs engendered by the artificial light.

The urban lighting generates a geographical interlacing of bright imprints of differentiated scales, which we approach by various modellings, without forbidding us the sensitive analysis. We clarify, at various scales, the games of institutional actors and the constraints surrounding the governance of the street lighting in France, and we underline the reproduction of the possibilities offered for its local management.

A characterization of the various impacts of the nocturnal artificial light by means of abstract tools of the economy of the environment allows to define as real *pollutions* the ecological and sanitary damages, and as *nuisance* the decrease – even the loss – of the accessibility to the starry sky. We show how the environmental good "starry sky" was seized by the astronomers to carry a positive project integrating henceforth the nocturnal environment in general: "Save the night".

Oppositions to this project marked out its history, but the necessary energy savings and the budgets of territorial communities bring henceforth the local actors to reconsider with more interest the various propositions made by the associations of "protection of the nocturnal sky and environment". But the difficult efficiency of the mechanisms of coasian bargaining brings us to defend that the protection of these pure public goods, not unbargainable, must be taken care by the public authorities.

Keywords *: night, public lighting, urban lighting, light footprint, light nuisances, light pollutions, territorial governance*

LABORATOIRE THÉMA – UMR CNRS 6049 – UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE
2 BOULEVARD GABRIEL – 21000 DIJON – FRANCE