

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

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	<b>9</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : OMBRE ET LUMIÈRE</b>	<b>17</b>
CHAPITRE 1 : L'HOMME OCCIDENTAL ET LA NUIT	21
1.1 <i>Une relation ambivalente</i>	23
1.2 <i>La nuit des artistes, de l'imaginaire et de la construction personnelle</i>	49
1.3 <i>Les attributs fondamentaux de la lumière</i>	71
CHAPITRE 2 : UNE NUIT URBAINE SOUS ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL	85
2.1 <i>La quête du « Soleil permanent »</i>	87
2.2 <i>Les fonctions de l'éclairage urbain aujourd'hui</i>	95
CHAPITRE 3 : LES IMPACTS NÉGATIFS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL NOCTURNE	117
3.1 <i>Les impacts socioculturels</i>	119
3.2 <i>Les impacts environnementaux</i>	147
3.3 <i>Les impacts sanitaires</i>	157
<b>DEUXIÈME PARTIE : LES TERRITOIRES DE LA LUMIÈRE</b>	<b>183</b>
CHAPITRE 1 : DES EMPREINTES LUMINEUSES DIFFÉRENCIÉES	187
1.1 <i>Les différents halos lumineux</i>	189
1.2 <i>L'empreinte lumineuse : un entrelacs d'échelles</i>	207
1.3 <i>Vers une modélisation fine ?</i>	257
CHAPITRE 2 : QUELLE GOUVERNANCE POUR L'ÉCLAIRAGE PUBLIC ?	279
2.1 <i>L'échelle nationale : production et recommandations</i>	281
2.2 <i>L'échelle locale</i>	311
<b>TROISIÈME PARTIE : POLLUTIONS LUMINEUSES, CONFLITS ET NOUVELLE GOUVERNANCE</b>	<b>335</b>
CHAPITRE 1 : DE NOUVEAUX ACTEURS EN PLEINE LUMIÈRE	339
1.1 <i>Perception de la nuisance, perception de la pollution</i>	341
1.2 <i>La mobilisation collective des nouveaux acteurs</i>	375
CHAPITRE 2 : CONFLITS ET NÉGOCIATIONS : VERS UNE GOUVERNANCE ÉLARGIE ?	391
2.1 <i>Les propositions : zones protégées et réduction de flux</i>	393
2.2 <i>Conflits, réception et terrains d'entente possibles</i>	417
CHAPITRE 3 : QUELS MODES DE RÉOLUTION DES CONFLITS ?	437
3.1 <i>Une résolution par la négociation locale ?</i>	439
3.2 <i>Une résolution par le Droit ?</i>	453
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>473</b>



## 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 remercié 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<sup>1</sup>, de la volonté de corriger formellement le désordre de la ville médiévale aux principes de la prévention situationnelle des années 1990<sup>2</sup>, de la mise en valeur des perspectives haussmanniennes du XIX<sup>e</sup> 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<sup>3</sup>. 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 »<sup>4</sup>. 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. »<sup>5</sup>

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<sup>6</sup>,

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<sup>7</sup>. 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 »<sup>8</sup> 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 »<sup>9</sup>, 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<sup>10</sup>. Les écologues montrent ainsi comment la lumière « fascine » certaines espèces animales – dites photophiles – et en repousse d'autres – les espèces photophobes. Pour les

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

<sup>8</sup> 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.

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

<sup>10</sup> 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.

SCHLING 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 entraîne 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 », entraînant 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<sup>11</sup>, soit par le biais d'expérimentations en laboratoire<sup>12</sup>.

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

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> 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 »<sup>13</sup>. 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'éclairage. 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 »<sup>14</sup> 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

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> 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'éclairage 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'éclairage 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 ! »<sup>15</sup>

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.

---

<sup>15</sup> 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 perte. 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. »<sup>16</sup>

Les mots de Georges Banu nous plongent dans l'ambiguïté 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 »<sup>17</sup>, car osant s'opposer aux mythologies préférant la lumière aux ténèbres, la vie à la mort, le Bien à la « Chute »<sup>18</sup> originelle, le Savoir des Lumières à l'obscurantisme de la scolastique médiévale.

<sup>16</sup> BANU G., 2005, *Nocturnes, peindre la nuit, jouer dans le noir*, Paris, Biro, quatrième de couverture.

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

<sup>18</sup> 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](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<sup>19</sup>, 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 carcinogénèse).

---

<sup>19</sup> 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 »<sup>20</sup> ; ainsi, il faut attendre la fin du XIX<sup>e</sup> 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 »<sup>21</sup> ; 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 XX<sup>e</sup> siècle, parle du rêve comme d'un moyen d'accès à l'inconscient individuel au sein d'un inconscient collectif<sup>22</sup>.

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<sup>23</sup>. Les travaux de Jouvét et Sastre sur « le comportement onirique du chat »<sup>24</sup>

<sup>20</sup> PAROT F., 1995, *L'homme qui rêve*, Paris, PUF.

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

<sup>22</sup> 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.

<sup>23</sup> CLAPAREDE, E., 1905, « Esquisse d'une biologie du sommeil », *Archives de psychologie*, février-mars.

<sup>24</sup> 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, Jouvét pose sa « théorie de la programmation génétique itérative »<sup>25</sup> ; 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<sup>26</sup>. 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 Jouvét et ces « déterminations originelles »<sup>27</sup>.

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.

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

<sup>26</sup> 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.

<sup>27</sup> 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<sup>28</sup>. Assez souvent, il est fait mention de perte de la parole, de la voix<sup>29</sup> mais aussi, à l'inverse, de cris de terreur ou de vocalisations<sup>30</sup>. 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 ! »<sup>31</sup>

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<sup>32</sup>.

Zlotowicz<sup>33</sup> 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<sup>34</sup> : la mort et la chevauchée infernale ; ils sont la traduction des sentiments d'angoisse extrême et d'impuissance à

<sup>28</sup> HANON G., 1987, « Le cauchemar : clinique et théories », *Frénésie Histoire Psychiatrie Psychanalyse*, n° 3.

<sup>29</sup> COLLEE M., 1987, *Histoire des maladies mentales*, Paris, PUF.

<sup>30</sup> HANON G., 1987, « Le cauchemar : clinique et théories », *Frénésie Histoire Psychiatrie Psychanalyse*, n° 3.

<sup>31</sup> DE MAUPASSANT G., 1887, *Le Horla*, Paris, Ollendorf, p. 10-11.

<sup>32</sup> BAUMGARTEN A., 2003, *Traumdeutung*, Munich, Bassermann.

<sup>33</sup> ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.

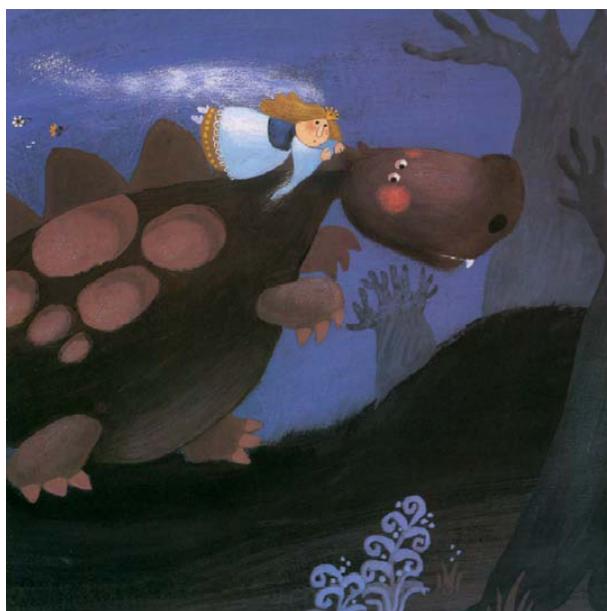
<sup>34</sup> ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.

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<sup>35</sup>.

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. »<sup>36</sup>

<sup>35</sup> ZLOTOWICZ M., 1978, *Los Temores Infantiles*, Barcelone, Editorial Planeta.

<sup>36</sup> REYBARD M.-C. et SACRÉ 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 »<sup>37</sup> : 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. »

<sup>37</sup> 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... »<sup>38</sup>

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<sup>39</sup> 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 fantômes » qui seuls peuvent « rendre compte de ce caractère effrayant. »

Poizat<sup>40</sup> 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<sup>41</sup>.

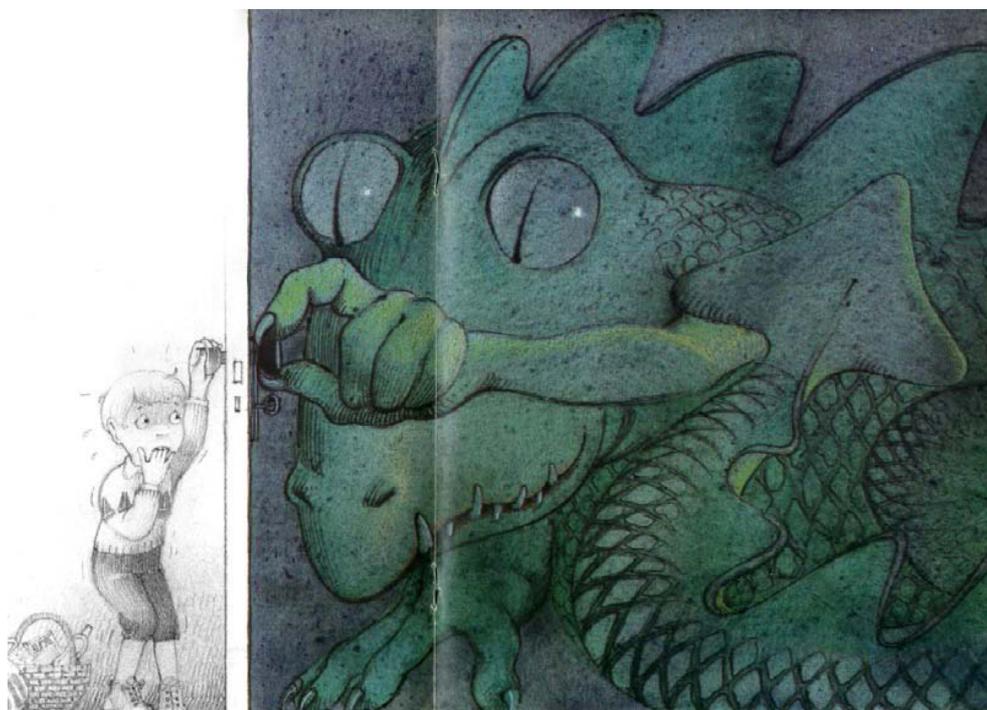
<sup>38</sup> DELVAL M.-H. et WENSELL U., 2003 (dernière édition), *Eloïse et les Loups*, Paris, Bayard.

<sup>39</sup> 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.

<sup>40</sup> 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.

<sup>41</sup> 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<sup>42</sup> – née de la « contamination » de ces mythes entre eux<sup>43</sup>.



**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. »<sup>44</sup>

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

<sup>42</sup> 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>

<sup>43</sup> JONES D.E., 2002, *An Instinct for Dragons*, New York, Routledge.

<sup>44</sup> ESCUDIÉ 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 cessé 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. »

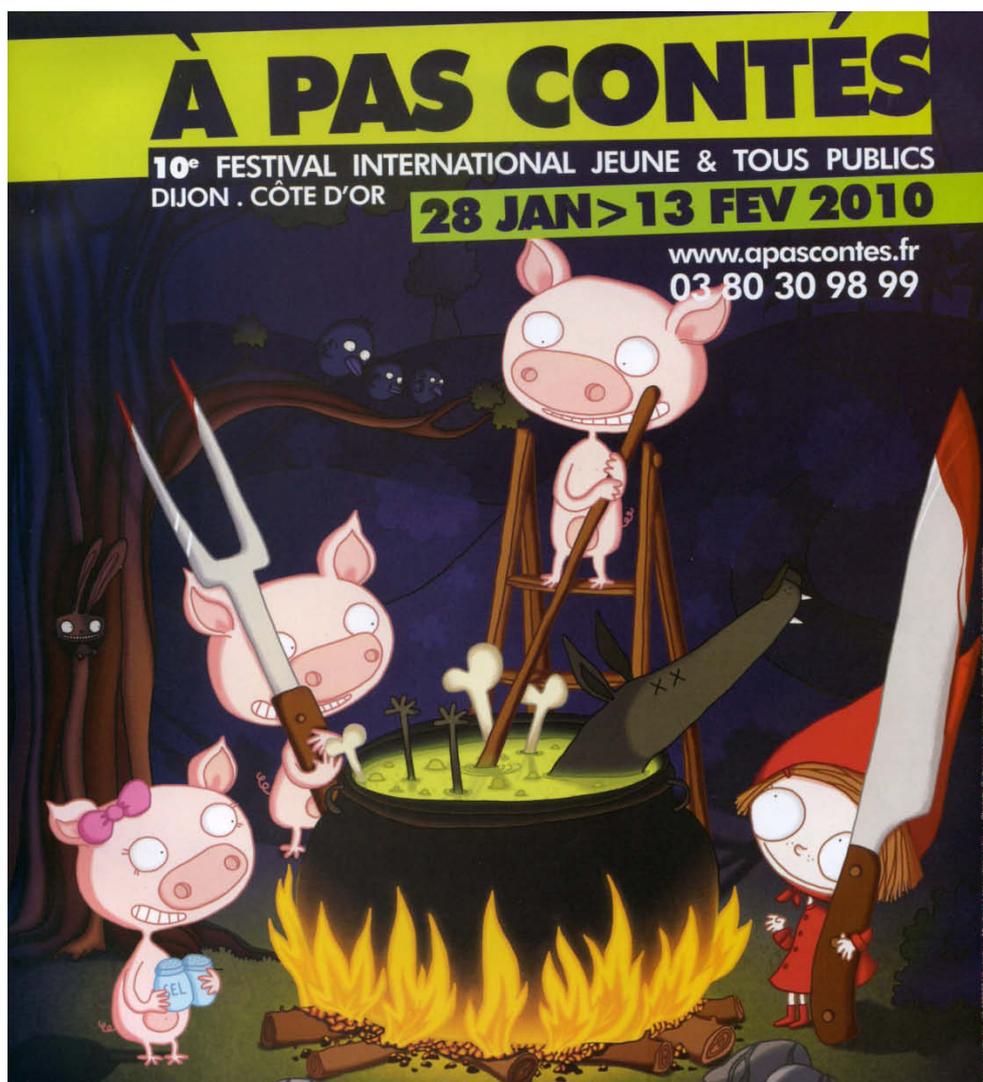
Ainsi, les rayons de livres pour enfants regorgent littéralement d'ouvrages ayant pour but de montrer la peur autrement. Avec des mots nouveaux, certes, qui ne sont plus ceux des frères Grimm ou de Perrault, mais souvent avec le souci de rattacher ces mots nouveaux aux anciens. D'hier à aujourd'hui, 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 fermait 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... »<sup>45</sup>

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... »<sup>46</sup>



**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.

<sup>45</sup> MAYER M., 1968, *Il y a un cauchemar dans mon placard*, Paris, Gallimard Jeunesse (2001), quatrième de couverture.

<sup>46</sup> 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. »<sup>47</sup>

### 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 trahison, 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<sup>48</sup>. 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<sup>49</sup>, 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.

<sup>47</sup> 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.

<sup>48</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Fayard.

<sup>49</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> 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<sup>50</sup> :

« 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<sup>51</sup>. Mais le phénomène ne concerne pas seulement la personne et ses propres troubles. [...] il intéresse tout événement porteur de rupture qui, nocturne, se transforme pour la collectivité comme pour l'individu en une catastrophe d'une toute autre portée. »<sup>52</sup>

Marie-Madeleine Davy<sup>53</sup>, citée par Le Breton<sup>54</sup> 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. »<sup>55</sup>

#### *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<sup>56</sup>. Mémoires, « Affiches » ou, plus tardivement, périodiques ont gardé traces de catastrophes survenues dans le temps

<sup>50</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Fayard, p. 46.

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

<sup>52</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Fayard, p. 46.

<sup>53</sup> DAVY M.-M., 1984, (3<sup>e</sup> édition), *Un itinéraire : à la découverte de l'intériorité*, Paris, Desclée de Brouwer.

<sup>54</sup> LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

<sup>55</sup> LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

<sup>56</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> 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<sup>57</sup>. 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

<sup>57</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> 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 trahison, 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. »<sup>58</sup> (Fin de citation). Guinzberg, dans *Les légendes des juifs*<sup>59</sup>, 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<sup>e</sup> 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. »<sup>60</sup>. 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<sup>61</sup>. 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.

<sup>58</sup> GRAVES R., PATAI R. et LANDAIS J.-P., 1987, *Les mythes hébreux*, Paris, Fayard, p. 131-132.

<sup>59</sup> GINZBERG L., 1997, *Les légendes des juifs*, Paris, Cerf/Alain de Rothschild, p. 124.

<sup>60</sup> KANTERS R., 1964, préface de l'ouvrage *Les Illuminés* de DE NERVAL G., Paris, Noé.

<sup>61</sup> 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 citoyen 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<sup>62</sup>.

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<sup>63</sup> met en avant cette programmation dans le phénomène d'alcoolisation appelé « la piste », en Bretagne. Les

<sup>62</sup> CABANTOUS A., 2009, *Histoire de la nuit, XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, Fayard.

<sup>63</sup> 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 »<sup>64</sup> 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. »<sup>65</sup>

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 festività 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*<sup>®</sup>. 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).

<sup>64</sup> 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>

<sup>65</sup> 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<sup>66</sup>, 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'habitues 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. »<sup>67</sup>

<sup>66</sup> 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>

<sup>67</sup> 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. »<sup>68</sup>, 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 »<sup>69</sup>.

### 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 ;

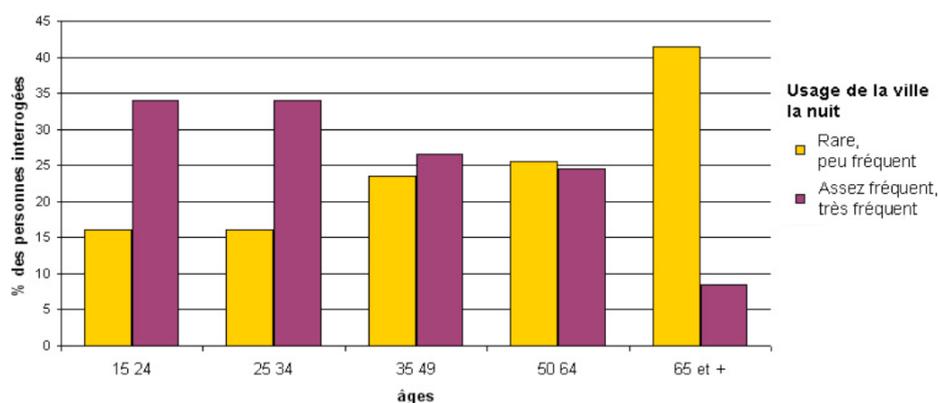
<sup>68</sup> TREPOS J.-Y., 2002, « La nuit, entre métaphore et synecdoque (Présentation) », *Le Portique* [En ligne], n° 9, 2002, mis en ligne le 08 mars 2005, consulté le 30 août 2010. URL : <http://leportique.revues.org/index168.html>

<sup>69</sup> 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. »<sup>70</sup>

### *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<sup>71</sup>, 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).



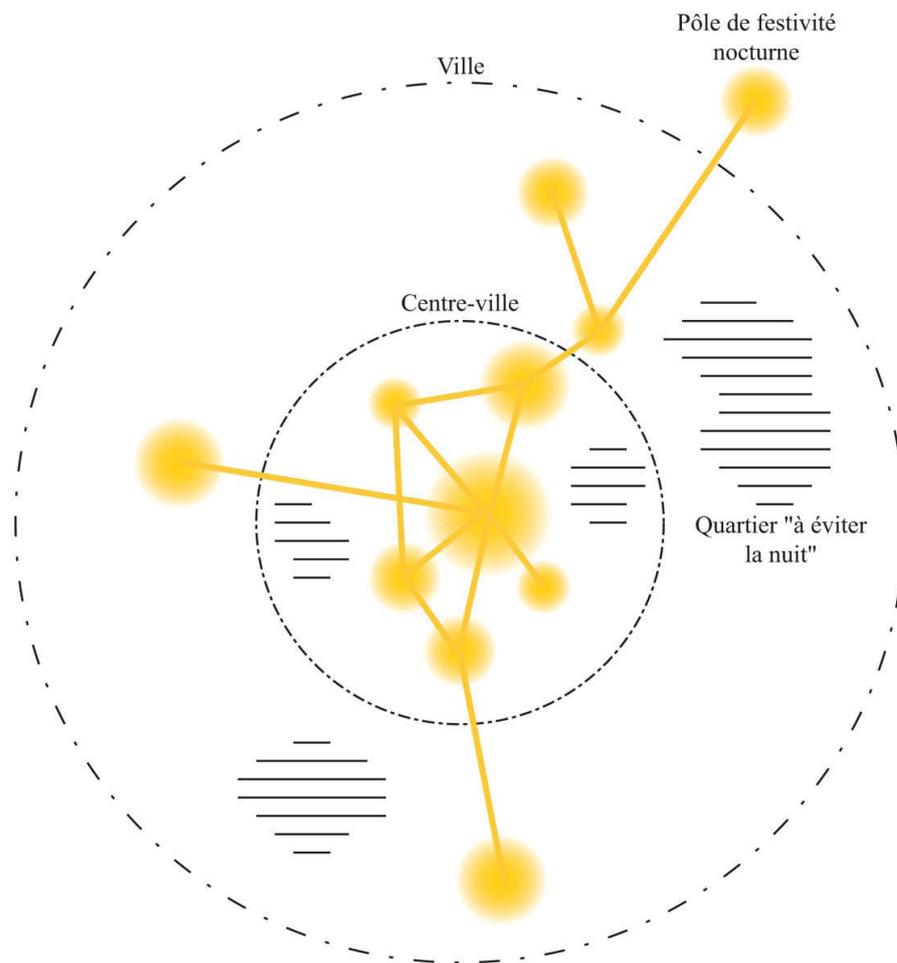
**Figure 1** « La ville la nuit : une appropriation inversée en fonction de l'âge ». Lamand (2006), d'après le sondage SOFRES « Les français et le temps dans la ville » de mai 2001.

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 préféreront 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).

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

<sup>71</sup> 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<sup>72</sup>, 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<sup>73</sup>.

<sup>72</sup> 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.

<sup>73</sup> 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 « tertiariés », 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, voilà 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 »<sup>74</sup>. Ceux-ci préféreront 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.

---

<sup>74</sup> 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. »<sup>75</sup>

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 ? »<sup>76</sup>

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<sup>77</sup> puis de Gwiazdzinski que « la nuit, c'est bien la présence de limites, en offrant un sentiment de

<sup>75</sup> 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](http://www.humanite.fr/1999-05-21_Societe_Montre-moi-ta-couleur-je-te-dirai-si-tu-rentres).

<sup>76</sup> 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](http://www.humanite.fr/1999-05-21_Societe_Montre-moi-ta-couleur-je-te-dirai-si-tu-rentres).

<sup>77</sup> COQUELIN A., 1977, *La ville la nuit*, Paris, PUF.

sécurité et de solidarité, qui permet l'illusion d'une liberté plus grande. »<sup>78</sup> 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. »<sup>79</sup>

---

<sup>78</sup> 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.

<sup>79</sup> 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. »<sup>80</sup> 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.

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

Dans *À travers chants*, Hector Berlioz évoque une soirée parisienne que Franz 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 gênera 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 pleurons. »<sup>81</sup>

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<sup>e</sup> 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

<sup>81</sup> 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. »<sup>82</sup>

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. »<sup>83</sup>

*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, Lélia 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 Lélia 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.)

<sup>82</sup> MACASSAR G., 2007, « Clair de lune », *Télérama*, n° 3023-3024, p. 56-57.

<sup>83</sup> PAQUOT T., 2000, « Le sentiment de la nuit urbaine aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> 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. »<sup>84</sup>

Ainsi, cette nuit qui exacerbe les émotions n'en finit pas, au XX<sup>e</sup> 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. »<sup>85</sup>

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 »<sup>86</sup>, 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<sup>e</sup> siècle après J.-C.) en passant par les *vedute* nocturnes pompéiennes<sup>87</sup>.

<sup>84</sup> 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).

<sup>85</sup> CHONÉ P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses universitaires de Nancy.

<sup>86</sup> SCHMIDT A.-M., 1959 (1982), *L'Amour noir, Poèmes baroques*, Genève-Paris, Slatkine, p. 8.

<sup>87</sup> CHONÉ 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 Graßner 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> 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. »<sup>88</sup>

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<sup>89</sup>. D'autres peintres tels que Wright of Derby ou Füssli étaient actifs au sein de sociétés d'astronomes (la *Lunar Society* par exemple).



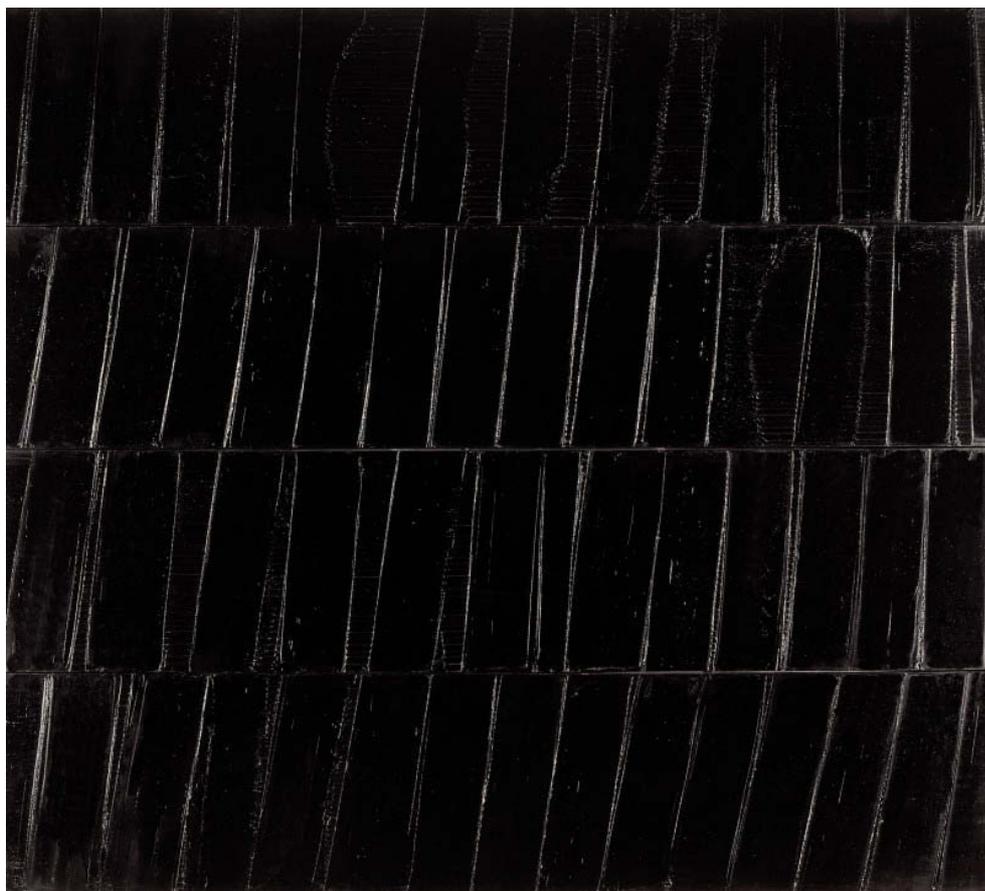
**Image 5** Paysage de rivière éclairée par la Lune, personnages, ville en arrière-plan.  
Huile sur toile, par Aert van der Neer, 48.5 × 71.1 cm.

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

<sup>88</sup> CHONE P., 2001, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, Gallimard.

<sup>89</sup> 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. »<sup>90</sup>

#### *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 photographe ou filmer la nuit – *les nuits*

<sup>90</sup> 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 Brassai 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 bistrotts, 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 pousse 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. »<sup>91</sup>

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 dé faite 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

<sup>91</sup> DE SAINT-EXUPÉRY 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. »<sup>92</sup>

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 Gwiadzdinski, 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 sucres 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'homme 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 –

<sup>92</sup> DE SAINT-EXUPÉRY 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. »<sup>93</sup>

### *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 malade qui semblait se recroqueviller devant les ténèbres environnantes. »<sup>94</sup>

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

<sup>93</sup> DE SAINT-EXUPÉRY A., 1948, *Citadelle*, Paris, Gallimard

<sup>94</sup> LE CARRE J., 1965, *Le miroir aux espions*, Paris, Robert Laffont.

histoire »<sup>95</sup>. 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 »<sup>96</sup>. 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 »<sup>97</sup>. 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. »<sup>98</sup>

« 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 »<sup>99</sup>. 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

<sup>95</sup> 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>

<sup>96</sup> 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>

<sup>97</sup> BOUTON C., 2000, *Temps et Esprit dans la philosophie de Hegel. De Francfort à Iéna*, Paris, Vrin.

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

<sup>99</sup> 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. »<sup>100</sup>

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. »<sup>101</sup>

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. »<sup>102</sup>

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

<sup>100</sup> 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>

<sup>101</sup> HEGEL G.W.F., 1805-1806, *Philosophie de la nature*, traduit par VERA A., 1866, Paris, De Ladrangue.

<sup>102</sup> 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 »<sup>103</sup>. 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 »<sup>104</sup>.

### 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'éclairage 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 paramètres 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

<sup>103</sup> LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

<sup>104</sup> PAQUOT T., 2000, « Le sentiment de la nuit urbaine aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> 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 contraire, 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. »<sup>105</sup>

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. »<sup>106</sup>

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

<sup>105</sup> LE BRETON D., 1999, *L'Adieu au corps*, Paris, Métailié.

<sup>106</sup> 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. »<sup>107</sup>

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

<sup>107</sup> 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'entourent ; 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 terre, 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'admira 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. »<sup>108</sup>

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. »<sup>109</sup>

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.

<sup>108</sup> Pascal B., 1670, *Pensées*.

<sup>109</sup> 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<sup>110</sup> nous parle de l'ouvrage du jésuite allemand Athanasius Kircher (1601-1680), *Ars magnae lucis et umbrae in mundi*<sup>111</sup>, 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	Umbræ	Tenebrae
Lux	Albedo	Rubedo	Nigredo
Super caelestia	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 rougeolement, 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

<sup>110</sup> CHONÉ P., 1992, *L'atelier des nuits. Histoire et signification du nocturne dans l'art d'Occident*, Nancy, Presses universitaires de Nancy.

<sup>111</sup> 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<sup>112</sup>. 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 2<sup>ème</sup> 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. »<sup>113</sup>

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<sup>114</sup>. Selon Fuchs<sup>115</sup>, « 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

<sup>112</sup> FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.

<sup>113</sup> Cité par FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.

<sup>114</sup> FUCHS A., 2000, *Les manuscrits de la Mer Morte*, Institut de Recherche Mathématique Avancée de Strasbourg.

<sup>115</sup> 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<sup>116</sup>.

*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*<sup>117</sup>) :

« 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 eut 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

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

<sup>117</sup> 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 flatte 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 Bélier ? Quelle association entre le fidèle et l'infidèle ? » (Deuxième épître aux Corinthiens, 6:14-16).

« Vous remercieriez 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 », voilà 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<sup>ème</sup> et au XVI<sup>ème</sup> siècle, à l'occasion des polémiques des humanistes contre la culture scolastique<sup>118</sup>. 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*<sup>119</sup>. 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

<sup>118</sup> 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>.

<sup>119</sup> 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<sup>120</sup> 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 »<sup>121</sup>.

### 1.3.2.2 Le siècle des Lumières

#### *De la lumière aux Lumières*

La mention de « siècle de jour en jour plus éclairé » apparaît 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 [...] »<sup>122</sup>

*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<sup>ème</sup> 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. »<sup>123</sup>

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. »<sup>124</sup>

<sup>120</sup> 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>.

<sup>121</sup> 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>.

<sup>122</sup> BAYLE P., 1684-1687, *Nouvelles de la république des lettres*, Rotterdam.

<sup>123</sup> BOULANGER N.-A., 1761, *Préface aux Recherches sur l'origine du Despotisme Oriental*.

<sup>124</sup> 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. »<sup>125</sup>

*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<sup>126</sup> (image 11), constitue un ouvrage majeur du XVIII<sup>ème</sup> 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. »<sup>127</sup>

<sup>125</sup> SOBOUL A., 1978, *La Civilisation et la Révolution française*, Paris, Arthaud.

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

<sup>127</sup> 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<sup>128</sup>, ou bien encore sur des villes particulières<sup>129</sup>. L'approche rapide proposée ici, comme chez Mosser<sup>130</sup>, 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<sup>e</sup> siècle, différentes ordonnances se succéderont et indiqueront de plus en plus précisément comment il convient d'éclairer les rues, mais elles resteront sans grand effet<sup>131</sup>.

<sup>128</sup> 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<sup>e</sup> siècle*. Paris, éditions du Promeneur.

<sup>129</sup> GAILLARD M., 1994, *Paris ville lumière*, Paris, Martelle.

DELEUIL J.-M., 1994, *Lyon la nuit. Lieux, pratiques et images*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon.

<sup>130</sup> 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.

<sup>131</sup> 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<sup>e</sup> et surtout du XVI<sup>e</sup> 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<sup>132</sup>.

L'éclairage public des rues voit son véritable départ à la fin du XVII<sup>e</sup>, et surtout durant le XVIII<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>133</sup>.

#### *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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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

<sup>132</sup> 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.

<sup>133</sup> 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<sup>134</sup>. 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" »<sup>135</sup>.

« *Après minuit, chaque lanterne vaut un veilleur de nuit* »<sup>136</sup>

À partir de la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> 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 discontinuée dans son action, que les détenus soient pris dans une situation de pouvoir dont ils sont eux-mêmes les porteurs. »<sup>137</sup>

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. »<sup>138</sup>

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

<sup>134</sup> 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.

<sup>135</sup> 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.

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

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

<sup>138</sup> 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 XX<sup>e</sup> 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. »<sup>139</sup>

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

« Un candélabre coûte moins cher qu'un policier. »<sup>140</sup>

### 2.1.1.2 Gaz, électricité : logique de réseau et de fonctionnalisation

*Le gaz, ou la mise en réseau des luminaires*

Au XIX<sup>e</sup> 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<sup>141</sup>. Dubois note qu'« au milieu du XIX<sup>e</sup> 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. »<sup>142</sup> 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 départ 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 XIX<sup>e</sup> siècle, dont la démarche, marquée au coin de l'utopie, anticipe et préfigure celle de

<sup>139</sup> 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.

<sup>140</sup> 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.

<sup>141</sup> 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.

<sup>142</sup> 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. »<sup>143</sup> 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<sup>e</sup> siècle voit ainsi se développer le réseau viaire, le réseau d'eau, le réseau d'égouts<sup>144</sup>. 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<sup>145</sup>.

### *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<sup>146</sup>.

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. »<sup>147</sup> La publicité lumineuse commence en France à la toute fin du XIX<sup>e</sup> siècle, illuminant, à la suite des « cafés tapageurs aux lustres éclatants »<sup>148</sup> de Rimbaud, les salles de spectacles, boutiques et vitrines. Au début des années 1900, Paris est ainsi devenue une « ville

<sup>143</sup> 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.

<sup>144</sup> 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.

<sup>145</sup> 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.

<sup>146</sup> 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.

<sup>147</sup> 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.

<sup>148</sup> 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. »<sup>149</sup>

## 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<sup>150</sup> et le *Manuel de l'éclairage* de Louis Fourcault<sup>151</sup>. 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.

<sup>149</sup> DE MAUPASSANT G., 1889, « Clair de lune », *Oeuvres complètes de Guy de Maupassant*, Paris, Louis Conard.

<sup>150</sup> WETZEL J., 1926, *Les méthodes modernes d'éclairage. Technique de l'utilisation de la lumière*, Paris, Léon Eyrolles.

<sup>151</sup> 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*<sup>152</sup>, et l'AFE fait paraître en 1961 les premières *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*<sup>153</sup>, suivies des premières *Recommandations internationales*<sup>154</sup> 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. »<sup>155</sup>

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

<sup>152</sup> EDF, 1958, *Le code de bonne pratique d'éclairage public et de signalisation lumineuse*, Paris, EDF.

<sup>153</sup> AFE, 1961, *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*, Paris, LUX.

<sup>154</sup> CIE, 1965, *Recommandations internationales*.

<sup>155</sup> 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. »<sup>156</sup> 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 différenciation 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.

---

<sup>156</sup> 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 »<sup>157</sup>. 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,

<sup>157</sup> *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<sup>158</sup>.

#### *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'explicitier.

#### **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

<sup>158</sup> 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*<sup>159</sup>, 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'utilisateur 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

<sup>159</sup> 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'utilisateur, 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'utilisateur. 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) crée 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<sup>160</sup> 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

<sup>160</sup> 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<sup>161</sup>.

La prolifération de projets de rénovation d'éclairage à travers l'Amérique du nord a mené à un examen détaillé par Tien *et al.*<sup>162</sup> 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.*<sup>163</sup> 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.

---

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

<sup>162</sup> 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.

<sup>163</sup> 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<sup>164</sup>, 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*<sup>165</sup>. 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<sup>166</sup> 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 »<sup>167</sup>. 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 »<sup>168</sup>. 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 ? »<sup>169</sup>

#### *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<sup>170</sup>. La prise de conscience de cette relation entre environnement urbain et sécurité est à l'origine de la théorie du

<sup>164</sup> 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.

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

<sup>166</sup> 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.

<sup>167</sup> 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

<sup>168</sup> 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.

<sup>169</sup> 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.

<sup>170</sup> 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<sup>171</sup>. 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 influencer 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).

---

<sup>171</sup> 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<sup>172</sup>, 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 autres 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

---

<sup>172</sup> 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). »<sup>173</sup>

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 ?

---

<sup>173</sup> 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 émergent 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<sup>174</sup>. 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<sup>175</sup>. La présence de la police devient également plus évidente, dissuasive.

---

<sup>174</sup> 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.

<sup>175</sup> 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 »<sup>176</sup>. 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<sup>177</sup>.

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<sup>178</sup>. 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<sup>179</sup>. 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'utilisateur. Dans l'acception commune, un environnement lumineux est considéré comme moins dangereux<sup>180</sup>, 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

<sup>176</sup> 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.

<sup>177</sup> 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.

<sup>178</sup> 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.

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

<sup>180</sup> 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. »<sup>181</sup>. 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.

---

<sup>181</sup> GARNIER J.-P., 2004, « Un espace indéfendable. L'aménagement urbain à l'heure sécuritaire », *Présentaine*, 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 »<sup>182</sup>. 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

<sup>182</sup> 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'éclairages souhaités, etc.). On y trouve parfois des recommandations spécifiques aux éclairages privés.

#### *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. »<sup>183</sup>. Mallet<sup>184</sup> nous rapporte également les mots de Kersalé – plus forts encore – lors d'un entretien réalisé en 2008 : « l'urbanisme-lumière,

<sup>183</sup> SABBABH, 1993, « Yann Kersalé, allumeur de ville », *Urbanisme*, n° 266, p. 20-22. Cité par MALLET S., 2009.

<sup>184</sup> 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<sup>185</sup>. 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 préféreront 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<sup>e</sup> 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. »<sup>186</sup>

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<sup>187</sup> 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 »

<sup>185</sup> OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.

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

<sup>187</sup> 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. »<sup>188</sup>



**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.

<sup>188</sup> MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, n° 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 réglée 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<sup>TM189</sup>, 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<sup>190</sup>), 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*<sup>®</sup> 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<sup>191</sup> 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.

---

<sup>189</sup> 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.

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

<sup>191</sup> 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 cieus  
 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<sup>192</sup> 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 brosons 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.

<sup>192</sup> CHONÉ 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. »<sup>193</sup>  
(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

<sup>193</sup> 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 apparaît 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<sup>e</sup> siècle de notre ère) sera un des premiers à faire l'inventaire de ces constellations.

Plus tard, au XVII<sup>e</sup> 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. »<sup>194</sup>

### *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.*

<sup>194</sup> 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. »<sup>195</sup>

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*<sup>196</sup>). 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

<sup>195</sup> ROSTAND E., 1897, *Cyrano de Bergerac*, Paris, Folio.

<sup>196</sup> 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. »<sup>197</sup>

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 »<sup>198</sup>, 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 ! [...] »<sup>199</sup>

<sup>197</sup> DAUDET A., 1903, *Alphonse Daudet, Contes choisis, édition spéciale à l'usage de la jeunesse*, Paris, Collection Hetzel.

<sup>198</sup> LUMINET J.-P., 1996, *Les poètes et l'univers, anthologie*, Paris, Le Cherche Midi.

<sup>199</sup> 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<sup>200</sup>, 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. »<sup>201</sup>

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. »<sup>202</sup>

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 »<sup>203</sup> (Baudelaire, *Curiosités esthétiques*). »<sup>204</sup>

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

<sup>200</sup> ESTIENNE R., 1549, *Dictionnaire français/latin*.

<sup>201</sup> LE PETIT LAROUSSE ILLUSTRÉ, 2010, Paris, Larousse.

<sup>202</sup> MERLIN P. et CHOAY F., 2005, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, PUF.

<sup>203</sup> BAUDELAIRE C., 1868, *Curiosités esthétiques*, Paris, Michel Lévy frères.

<sup>204</sup> 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. »<sup>205</sup>

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. »<sup>206</sup>

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. »<sup>207</sup>

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 »<sup>208</sup>. 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

<sup>205</sup> 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.

<sup>206</sup> 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.

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

<sup>208</sup> 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. »<sup>209</sup> 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. »<sup>210</sup> Et de citer Pierre Sansot, cet inlassable « défenseur en France de cette appréhension buissonnière des paysages »<sup>211</sup> :

« 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. »<sup>212</sup>

### *Un terme défini de façon incomplète ?*

Dans les définitions données du paysage, nulle part n'apparaît 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

<sup>209</sup> CAVAILHES J. et JOLY D. (sous la dir. de), 2006, *Les paysages périurbains et leur prix*. Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 55.

<sup>210</sup> PITTE J.-R., 1990, « Dictionnaire de l'écologie ». *Encyclopedia Universalis*. Paris, Albin Michel, p. 951-955.

<sup>211</sup> PITTE J.-R., 1990, « Dictionnaire de l'écologie ». *Encyclopedia Universalis*. Paris, Albin Michel, p. 951-955.

<sup>212</sup> 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 expiatoire. »<sup>213</sup> 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. »<sup>214</sup>

Plus tard, les photographes questionneront également la relation ciel/paysage, et notamment – par des approches essentiellement scientifiques au début, puis véritablement artistiques au XX<sup>e</sup> 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 »<sup>215</sup> ou encore, dans *L'Observatoire, une nuit entière*, « l'obsession [...] romantique de la fuite du temps marquée [...] par l'observation de la voûte céleste »<sup>216</sup>.

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. »<sup>217</sup>

<sup>213</sup> MUSÉE 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.

<sup>214</sup> NASMYTH J. et CARPENTER J., 1874, *The Moon Considered as a Planet, a World and Satellite*. London, éditions John Murray, p. 334.

Cité par MUSÉE 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.

<sup>215</sup> MUSÉE 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.

<sup>216</sup> MUSÉE 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.

<sup>217</sup> 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. »<sup>218</sup>

### *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 pourrions-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... »<sup>219</sup>

## **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

<sup>218</sup> 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.

<sup>219</sup> 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*<sup>220</sup>. 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 IV<sup>e</sup> 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 II<sup>e</sup> 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 IX<sup>e</sup> 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 XV<sup>e</sup> siècle, de renouer avec le savoir grec.

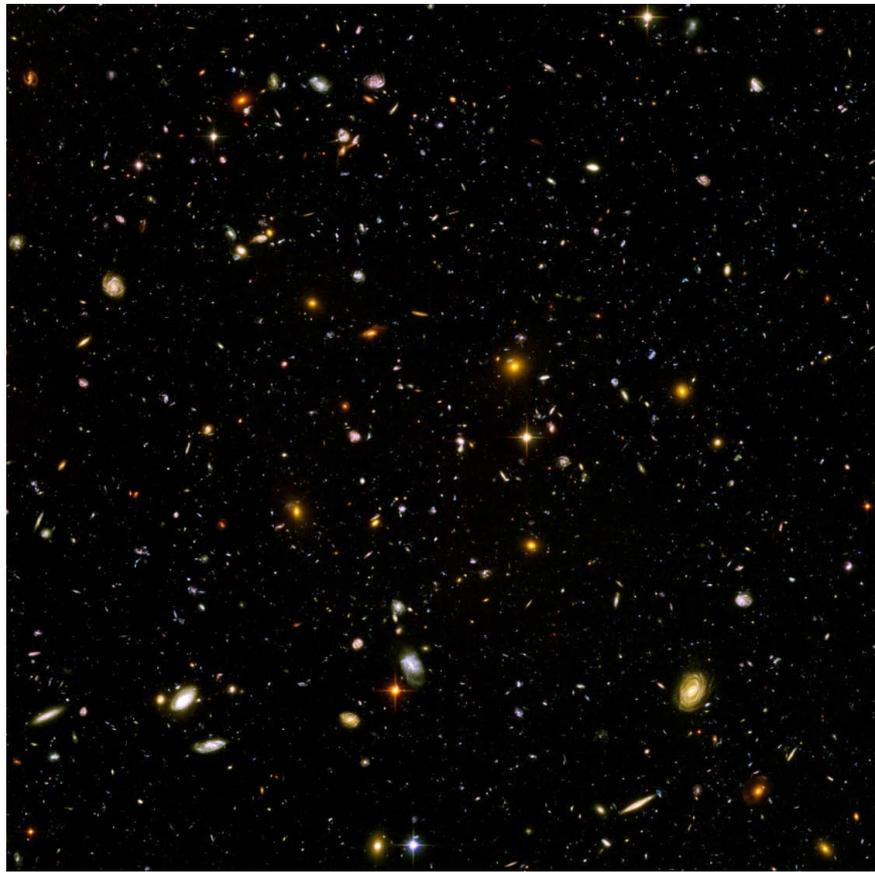
Durant la première moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, Copernic (1473-1543) bouleverse cette vision géocentrique en affirmant que la Terre et les autres planètes gravitent autour du Soleil ;

---

<sup>220</sup> 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 Baretta 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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).

Paragraphe : *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 inexplicées 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<sup>e</sup> siècle avant notre ère règne l'idée d'un Monde (terre, planètes, étoiles) fini, entouré d'un milieu infini. Puis, au IV<sup>e</sup> 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'immutabilité 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 aristotéliens accomplissent la première étape clef de la modélisation cosmologique.

Le XVII<sup>e</sup> siècle voit une évolution opposée : les sphères aristotéliennes 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 Aristotéliens, 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<sup>e</sup> 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 mathématiciens 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'aparavant 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<sup>e</sup> 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.*<sup>221</sup> 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<sup>222</sup>. 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<sup>223</sup>. 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

<sup>221</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, «The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

<sup>222</sup> SMITH F.G., 1979, «Report and Recommendations of IAU Commission 50 », *Reports on Astronomy*, IAU Transaction, XVIIIA, p. 218-222.

<sup>223</sup> WALKER M.F., 1987, *National Optical Astronomy Observatory Newsletter*, n° 10, p. 16.

hauteur et aucune lumière polluante<sup>224</sup>. 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.*<sup>225</sup> 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 ont déjà perdu la possibilité de voir la Voie Lactée. Enfin, toujours selon Cinzano *et al.*<sup>226</sup>, 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<sup>227</sup>.

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.*<sup>228</sup>, 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<sup>229</sup>.

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 :

<sup>224</sup> 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.

<sup>225</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

<sup>226</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

<sup>227</sup> 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.

<sup>228</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

<sup>229</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *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. »<sup>230</sup>

### 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 révélera 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.

<sup>230</sup> 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*<sup>231</sup>, 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<sup>e</sup> 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." »<sup>232</sup>.

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

<sup>231</sup> CAUSERET P. et SARRAZIN L., 2001, *Les saisons et les mouvements de la Terre*, Paris, Belin.

<sup>232</sup> 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. »<sup>233</sup>

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. »<sup>234</sup>

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.).

---

<sup>233</sup> FLAMMARION C., 1877, *Les Terres du Ciel*, Paris, Flammarion. Cité par RAICHWARG D. et JACQUES J., 1991.

<sup>234</sup> 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<sup>235</sup>, 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<sup>236</sup>, dans des actes de colloques<sup>237</sup> et par des articles dans les revues spécialisées<sup>238</sup>. Plutôt que cette approche encyclopédique, nous reprendrons ici les travaux de Longcore et Rich<sup>239</sup>, 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, réfléchiée 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

<sup>235</sup> LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

<sup>236</sup> 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.

<sup>237</sup> 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.

<sup>238</sup> 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.

<sup>239</sup> LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

écosystèmes. Verheijen<sup>240</sup> 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<sup>241</sup>. Le premier atlas de la clarté artificielle du ciel nocturne, de Cinzano *et al.*<sup>242</sup>, 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<sup>243</sup>. 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

<sup>240</sup> 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.

<sup>241</sup> ELVIDGE C.D., BAUGH K.E., KIHN E.A., KROEHL H.W. et DAVIS E.R., 1997a, « Mapping 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.

<sup>242</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

<sup>243</sup> 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.*<sup>244</sup> 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<sup>245</sup>. 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.

<sup>244</sup> 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.

<sup>245</sup> 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<sup>246</sup>, 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<sup>247</sup>. 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<sup>248</sup>, 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<sup>249</sup>.

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<sup>250</sup>. 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<sup>251</sup>.

<sup>246</sup> BUCHANAN B.W., 1993, « Effects of enhanced lighting on the behaviour of nocturnal frogs », *Animal Behaviour*, n° 45, p. 893-899.

<sup>247</sup> LONGCORE T. et RICH C., 2004, « Ecological light pollution », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 2, n° 4, p. 191-198.

<sup>248</sup> 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.

<sup>249</sup> SCHWARTZ A. et HENDERSON R.W., 1991, *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*, Gainesville, University of Florida Press.

<sup>250</sup> 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.

<sup>251</sup> 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<sup>252</sup>. L'éclairage affecte également le comportement des tortues de mer femelles lors de la ponte<sup>253</sup>.

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<sup>254</sup>, 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 être attirées vers elle<sup>255</sup>.

Les oiseaux peuvent être désorientés et « enfermés » par des lumières artificielles<sup>256</sup>. 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<sup>257</sup>, les tours d'émission, les bateaux<sup>258</sup>, les serres, les plateformes

<sup>252</sup> 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.

<sup>253</sup> 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.

<sup>254</sup> PARK O., 1940. « Nocturnalism - the development of a problem », *Ecological Monographs*, n° 10, p. 485-536.

<sup>255</sup> 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.

<sup>256</sup> OGDEN L.J.E., 1996, *Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds*, Toronto, Canada.

<sup>257</sup> 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.

<sup>258</sup> DICK M.H. et DONALDSON W., 1978, « Fishing vessel endangered by crested auklet landings », *Condor*, n° 80, p. 235-236.

pétrolières<sup>259</sup>, 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<sup>260</sup> – sont attirés par la lumière artificielle<sup>261</sup>. 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<sup>262</sup>. Certains insectes sont attirés par la lumière de façon très forte, et d'autres sont fortement repoussés quelles que soient les conditions<sup>263</sup>, 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<sup>264</sup>. Beier suggère d'installer des lumières pour décourager les pumas de venir chasser à l'intérieur des zones d'habitat humain<sup>265</sup>.

### **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<sup>266</sup>. L'éclairage nocturne peut également empêcher le mouvement des

<sup>259</sup> 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.

<sup>260</sup> FRANK K.D., 1988, « Impact of outdoor lighting on moths: an assessment », *Journal of the Lepidopterists' Society*, n° 42, p. 63-93.

<sup>261</sup> 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.

<sup>262</sup> NAKAMURA T. et YAMASHITA S., 1997, « Phototactic behavior of nocturnal and diurnal spiders: negative and positive phototaxes », *Zoological Science*, n° 14, p. 199-203.

<sup>263</sup> SUMMERS C.G., 1997, « Phototactic behavior of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) crawlers », *Annals of the Entomological Society of America*, n° 90, p. 372-379.

<sup>264</sup> 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.

<sup>265</sup> BEIER P., 1995, « Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat », *The Journal of Wildlife Management*, n° 59, p. 228-237.

<sup>266</sup> 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.*<sup>267</sup> 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'éclairage*

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 flashes 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<sup>268</sup>.

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<sup>269</sup>. 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.

<sup>267</sup> 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.

<sup>268</sup> LLOYD J.E., 1994, « Where are the lightningbugs ? », *Fireflyer Companion*, n° 1, p. 1, 2, 5 et 10.

<sup>269</sup> BENDER D.J., BAYNE E.M. et BRIGHAM R.M., 1996, « Lunar condition influences coyote (Canis latrans) howling », *American 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<sup>270</sup>. 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<sup>271</sup>. 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 entre 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<sup>272</sup>.

Les changements de compétition se produisent également lorsque les espèces diurnes se « déplacent » temporellement vers des périodes théoriquement nocturnes mais éclairées artificiellement<sup>273</sup>. Cela s'applique particulièrement aux reptiles, mais aussi à d'autres taxons, tels que les araignées et les oiseaux<sup>274</sup>.

<sup>270</sup> BUCHANAN B.W., 1998, « Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs », *Journal of Herpetology*, n° 32, p. 270-274.

<sup>271</sup> HAILMAN J.P., 1984, « Bimodal nocturnal activity of the western toad (*Bufo boreas*) in relation to ambient illumination », *Copeia*, n° 2, p. 283-290.

<sup>272</sup> 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 Tidsskrift*, n° 117, p. 129-135.

<sup>273</sup> SCHWARTZ A. et HENDERSON R.W., 1991, *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history*, Gainesville, University of Florida Press.

<sup>274</sup> 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<sup>275</sup>. 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<sup>276</sup>.

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<sup>277</sup>. 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<sup>278</sup>. Frank passe en revue la prédation par les oiseaux, les mouffettes, les crapauds et les araignées des mites attirées par des lumières artificielles<sup>279</sup>.

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

<sup>275</sup> 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.

<sup>276</sup> 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.

<sup>277</sup> 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.

<sup>278</sup> 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.

<sup>279</sup> 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<sup>280</sup>. 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<sup>281</sup>.

Moore *et al.*<sup>282</sup> 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.

---

<sup>280</sup> GLIWICZ Z.M., 1986, « A lunar cycle in zooplankton », *Ecology*, n° 67, p. 883-897.

<sup>281</sup> DODSON S., 1990, « Predicting diel vertical migration of zooplankton », *Limnology and Oceanography*, n° 35, p. 1195-1200.

<sup>282</sup> 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 nycthémeral, 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<sup>283</sup> 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 nycthémeral 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

---

<sup>283</sup> 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

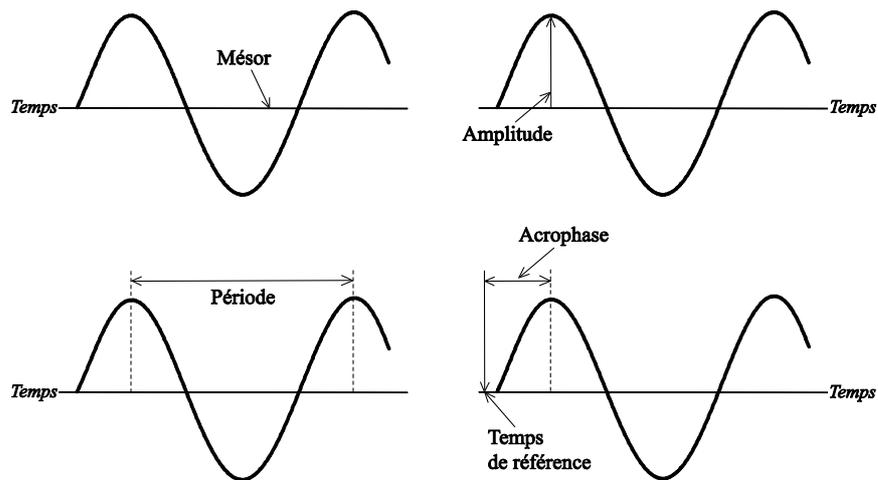
La chronobiologie, science qui étudie et quantifie les mécanismes de la structure temporelle biologique, a révélé des rythmes biologiques chez l'homme, dans le monde animal et végétal, et ce à tous les niveaux d'organisation : depuis les cellules et fractions subcellulaires jusqu'à un écosystème tout entier, en passant par les tissus, les organes isolés, les systèmes d'organes, l'individu ou encore une population<sup>284</sup>.

#### 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).

<sup>284</sup> 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 Toutou et Haus<sup>285</sup>.

« 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 ( $24 \pm 4$  heures). Ces rythmes ont été les plus étudiés chez l'homme. Il faut préciser que l'adjectif nyctéméral 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 on 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. »<sup>286</sup>

<sup>285</sup> 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

<sup>286</sup> 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<sup>287</sup>, 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<sup>288</sup>. 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<sup>289</sup>. Le rôle du sommeil apparaît fondamental, et la privation de sommeil est en mesure de modifier les rythmes biologiques<sup>290</sup>, notamment circadiens, tout comme peuvent le faire des conditions de travail particulières. Des situations d'isolement entraînent 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<sup>291</sup>.

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

<sup>287</sup> 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.

<sup>288</sup> TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

<sup>289</sup> TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

<sup>290</sup> 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.

<sup>291</sup> 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*<sup>292</sup>, dont le polymorphisme dirige la tendance individuelle à se lever et se coucher plus ou moins tôt<sup>293</sup>.

Les rythmes biologiques sont, au final, de nature endogène principalement, probablement génétiquement déterminés, et modulés par les synchroniseurs. »<sup>294</sup>

#### *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. »<sup>295</sup>

#### **3.3.1.2 Synchronisation des rythmes biologiques**

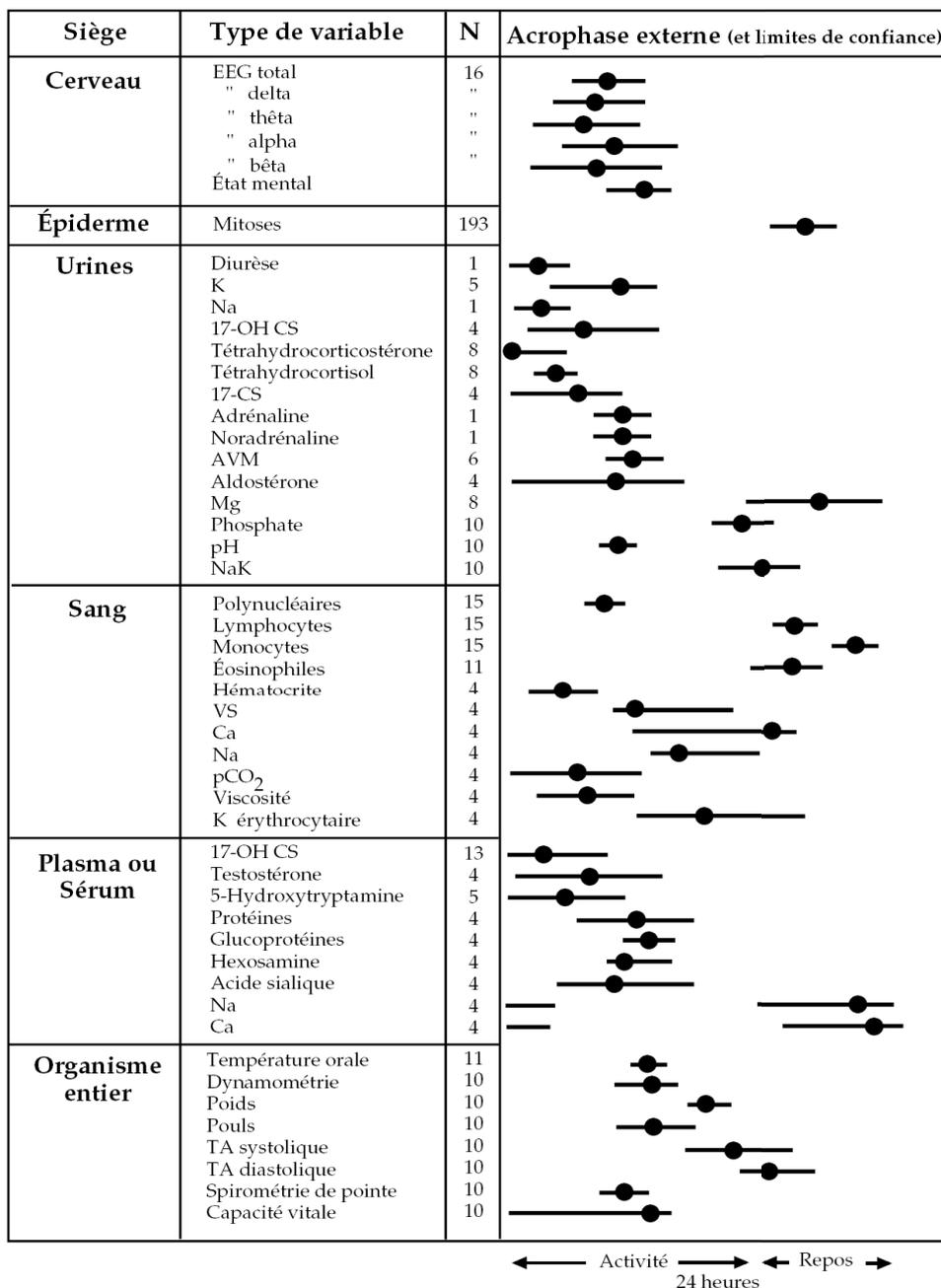
« Au sein d'un même organisme, l'horloge biologique assure une synchronisation temporelle interne, coordonnant les variations circadiennes de multiples paramètres biochimiques, physiologiques et comportementaux. Le tableau 2 donne, pour plusieurs hormones, la cartographie temporelle de leur concentration plasmatique.

<sup>292</sup> 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.

<sup>293</sup> 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.

<sup>294</sup> INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

<sup>295</sup> INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

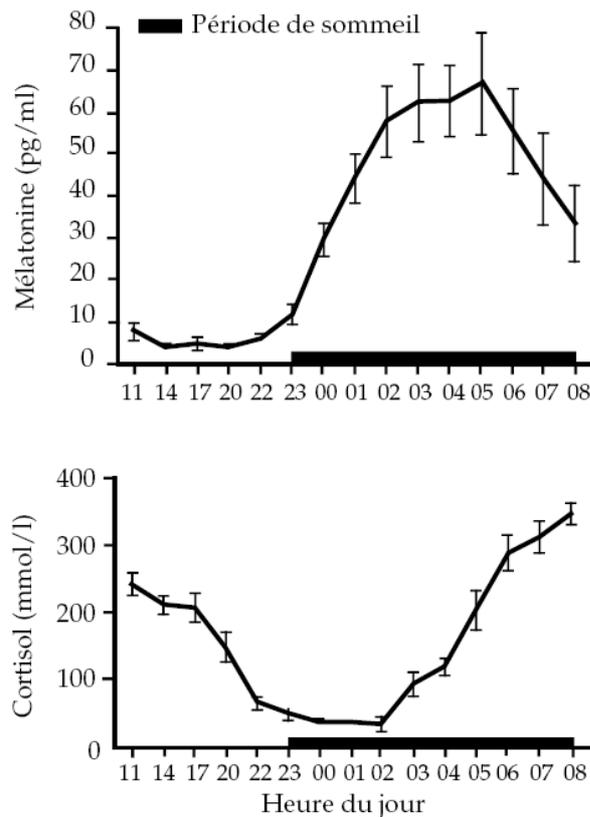


**Tableau 2** Aspect circadien de la structure temporelle humaine<sup>296</sup>.

« 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). À 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.

<sup>296</sup> INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires*.



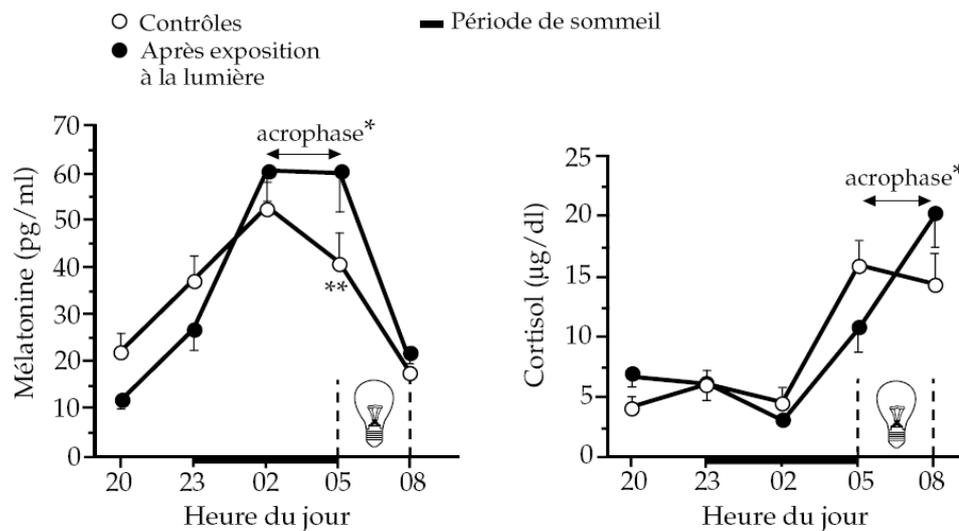
**Figure 4** Variations circadiennes des concentrations plasmatiques de la mélatonine et du cortisol. Toutilou *et al.*<sup>297</sup>

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<sup>298</sup> (figure 5).

<sup>297</sup> 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.

<sup>298</sup> 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. Toutou *et al.*<sup>299</sup>

### Facteurs influençant les rythmes biologiques

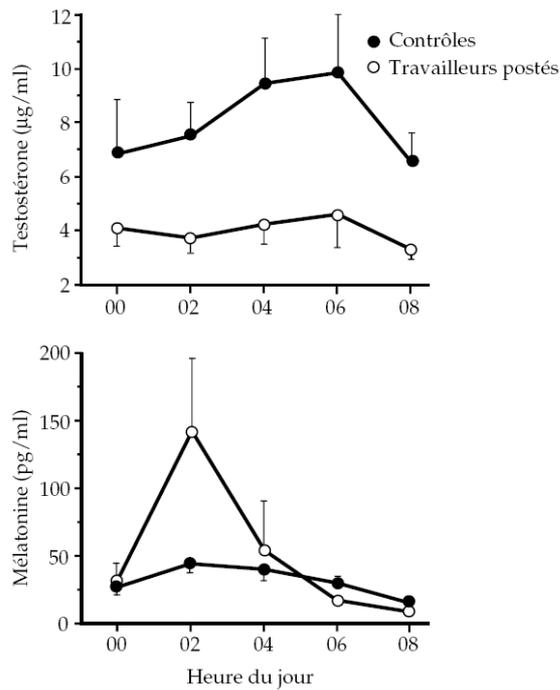
Plusieurs facteurs doivent être précisément connus pour toute étude des rythmes circadiens : âge, sexe, cycle menstruel, poids, taille, origine ethnique du sujet, qualité et quantité de sommeil, pathologies ou traitements éventuels<sup>300</sup>. S'ajoutent à ces facteurs les conditions de l'environnement 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<sup>301</sup>. 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 testostérone sont abaissées<sup>302</sup> (figure 6).

<sup>299</sup> 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.

<sup>300</sup> 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.

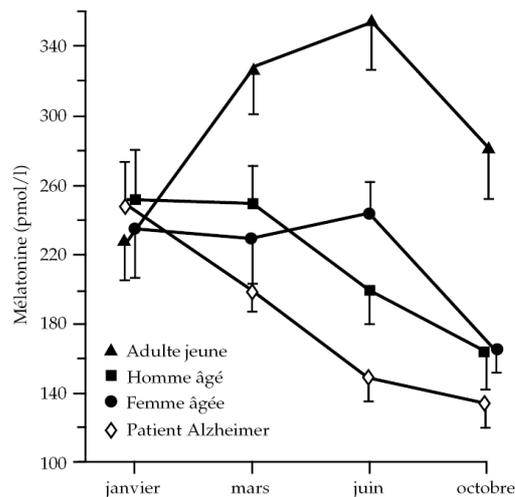
<sup>301</sup> TOUITOU Y., 1998a, « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.

<sup>302</sup> 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. Toutitou *et al.*<sup>303</sup>

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 Toutitou *et al.*<sup>304</sup>

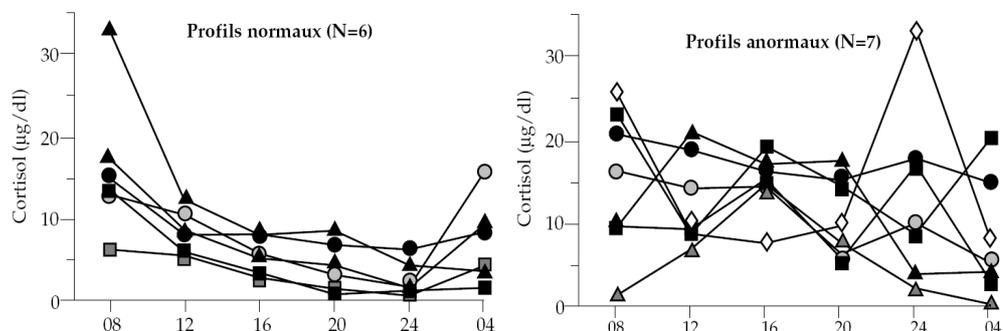
<sup>303</sup> TOUITOU Y., MOTOHASHI Y., REINBERG A., TOUITOU C., BOURDELEAU P. *et al.*, 1990, « Effect of shift work on the secretory nighttime patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone », *European Journal of Applied Physiology*, n° 60, p. 288-292.

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. »<sup>305</sup>

### 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 »<sup>306</sup>. 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. Toutou *et al.*<sup>307</sup>

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

<sup>304</sup> 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.

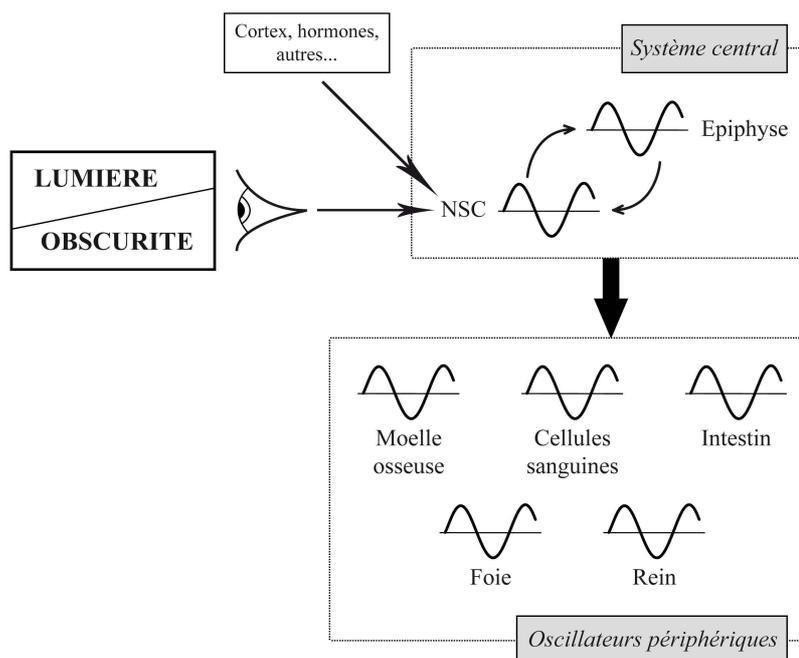
<sup>305</sup> INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires.*

<sup>306</sup> REINBERG A. et TOUITOU Y., 1996, « Synchronization and dyschronism of human circadian rhythms », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 487-495.

<sup>307</sup> TOUITOU Y., BOGDAN A., LEVI F., BENAVIDES M. et AUZEYBY 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<sup>308</sup>. »<sup>309</sup>

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<sup>310</sup>.

### 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.

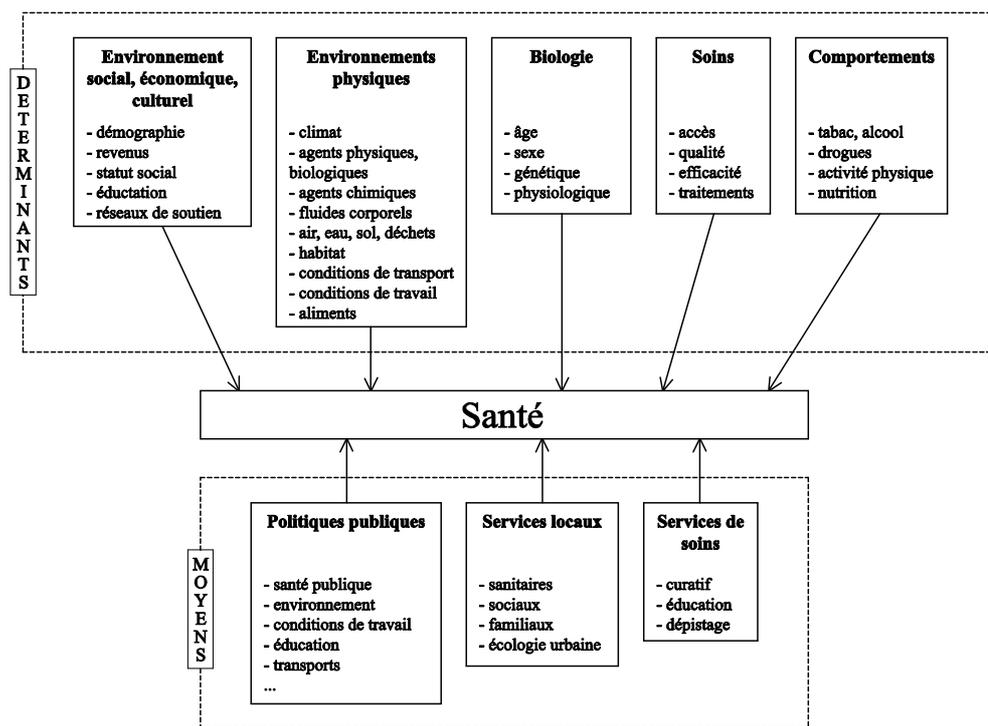
<sup>308</sup> DIJK D.J. et CZEISLER C.A., 1995, « Contribution of the circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, electroencephalographic slow waves, and sleep spindle activity in humans », *Journal of Neuroscience*, vol. 15, p. 3526-3538.

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., AUZEYBY A. et SELMAOUI B., 1998, « Mélatonine et vieillissement », *Thérapie*, n° 53, p. 473-478.

<sup>309</sup> INSERM, expertise collective, 2001, *Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires*.

<sup>310</sup> 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<sup>311</sup>.

« Les approches expérimentales pour identifier les cancérigènes 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 cancérigènes.

Le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) a identifié jusqu'en 2002, 87 agents ou expositions comme cancérigènes 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

<sup>311</sup> DAB W., 2008, *Santé et environnement*, Paris, PUF.

chimiques ou mélanges était proposée comme agents probablement cancérigènes et 234 produits étaient considérés comme possiblement cancérigènes pour l'homme.

La prévention primaire pour le cancer doit associer la réduction du nombre de cancérigènes 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 cancérigènes, 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 détoxification des cancérigènes 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<sup>312</sup>, suivi en cela par Popper<sup>313</sup>, 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. »<sup>314</sup>

### 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

<sup>312</sup> HUME D., 1739, *Traité de la nature humaine*.

<sup>313</sup> POPPER K., 1934 (1959), *La Logique de la découverte scientifique*, Paris, Payot.

<sup>314</sup> 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<sup>315</sup>. 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<sup>316</sup> et peuvent être reliés de façon plus ancienne aux règles proposées par Hume<sup>317</sup>.

---

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<sup>318</sup>.

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. »<sup>319</sup>

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

<sup>315</sup> HILL A.B., 1965, « The environment and disease : Association or causation ? », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, n° 58, p. 295-300.

<sup>316</sup> UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE, 1964, rapport du « Surgeon General » sur les effets du tabagisme sur la santé.

<sup>317</sup> HUME D., 1739, *Traité de la nature humaine*.

<sup>318</sup> HILL A.B., 1965, « The environment and disease : Association or causation ? », *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, n° 58, p. 295-300.

<sup>319</sup> 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'existence 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<sup>320</sup>. 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

<sup>320</sup> 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<sup>321</sup>. 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

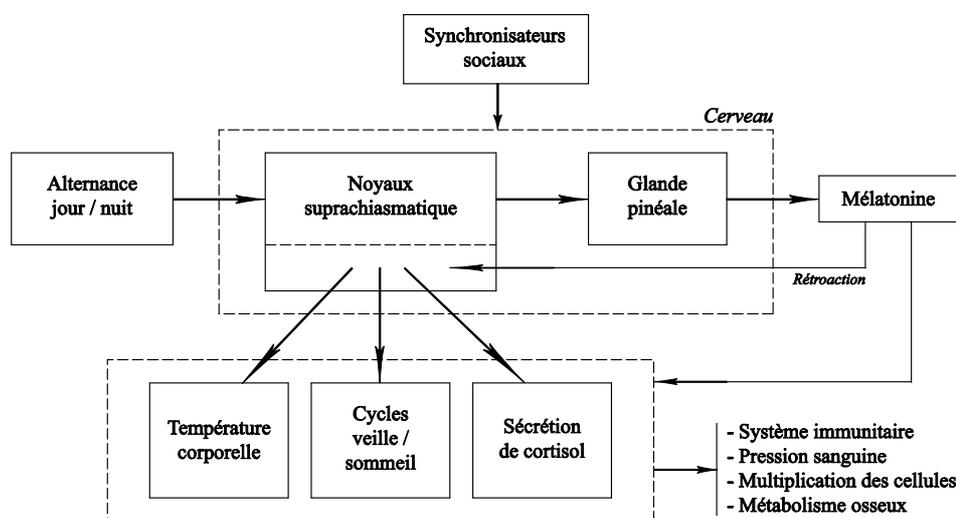
---

<sup>321</sup> 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.*<sup>322</sup> résumant les principaux effets de cette hormone :

- action antiproliférative directe sur les cellules cancéreuses ;
- activité antioxydative : la mélatonine est un « éboueur » de « radicaux libres »<sup>323</sup>, composés oxydants capables de provoquer des altérations de l'ADN du noyau cellulaire<sup>324</sup> et mitochondrial<sup>325</sup> 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 péri-tumorale.

La figure 11 schématise, en les simplifiant, ces mécanismes pour lesquels l'entrant nycthéral 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 nycthérale. Schéma de l'auteur.

<sup>322</sup> PAWLIKOWSKI M., KATARZYNA W. et KARASEK M., 2002, « Oncostatic action of melatonin ; facts and question marks », *Neuroendocrinology Letters*, n° 23, p. 24-29.

<sup>323</sup> 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.

<sup>324</sup> YAMAMOTO H. et MOHANAN P., 2001, « Preventive effect of melatonin against DNA damage induced by cyanide, kainate, glutathione/Fe<sup>3+</sup>/O<sub>2</sub>, or H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> », *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.

<sup>325</sup> 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 carcinogénèse.

Plusieurs travaux d'épidémiologie montrent également que l'incidence des cancers est accrue chez les personnes à risque de dérèglement : chez les travailleurs postés<sup>326</sup>, chez les pilotes de ligne<sup>327</sup>, chez les personnes présentant des troubles du sommeil<sup>328</sup>. L'excès d'éclairage pendant la nuit serait en partie responsable de ces dérèglements.

En janvier 2008, Kloog *et al.*<sup>329</sup> 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 »<sup>330</sup>.

---

<sup>326</sup> 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.

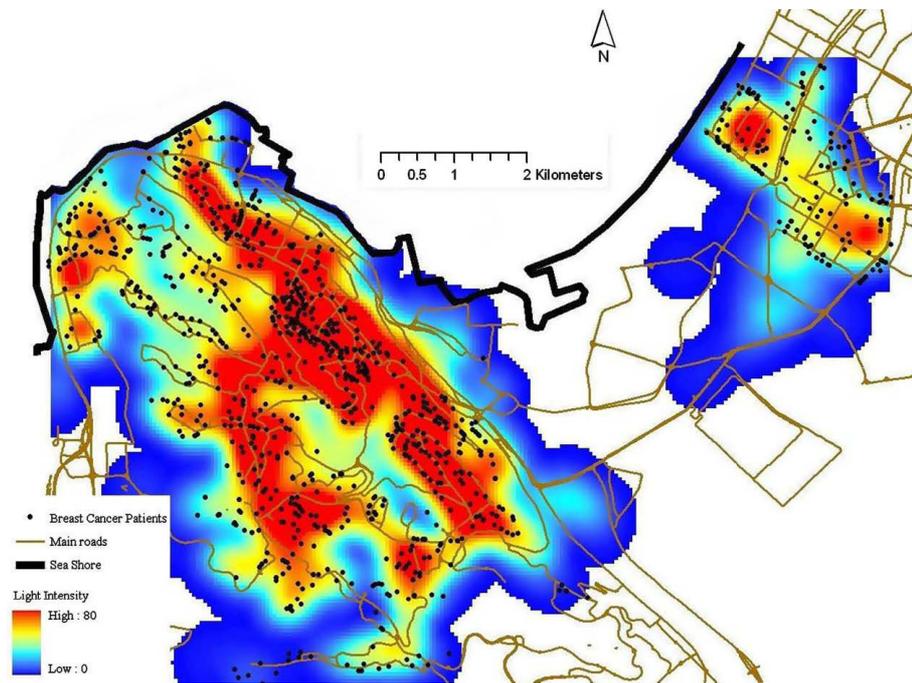
HANSEN J., 2001, « Increased breast cancer risk among women who work predominantly at night », *Epidemiology*, n° 12, p. 74-77.

<sup>327</sup> PUKKALA E., 2003, « Cancer incidence among 10.211 airline pilots: a Nordic study », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, n° 74, p. 699-706.

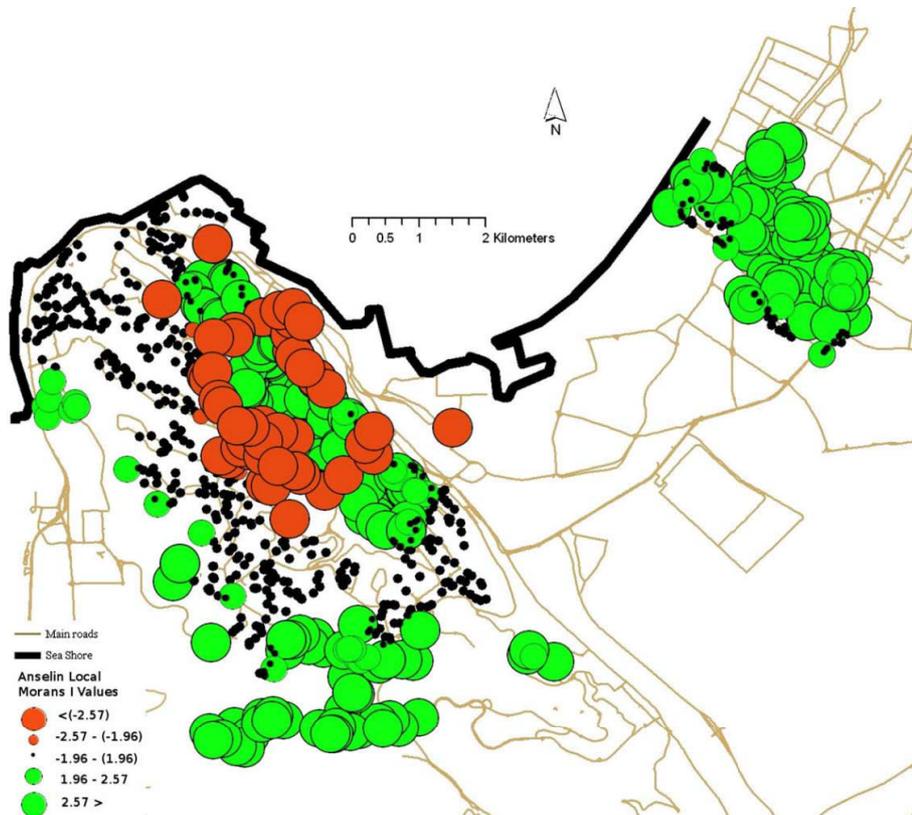
<sup>328</sup> KRIPKE D.F., 1998, « Mortality hazard associated with prescription hypnotics », *Biological Psychiatry*, n° 43, p. 687-693.

<sup>329</sup> 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.

<sup>330</sup> 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.*<sup>331</sup>



**Figure 13** Cartographie des résultats significatifs (test de Moran) de Kloog *et al.*<sup>332</sup>

<sup>331</sup> 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.*<sup>333</sup> 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<sup>334</sup> 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 études 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<sup>335</sup>. 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<sup>336</sup> à tel point que le stress chronique est parfois considéré dans ses

---

<sup>332</sup> 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.

<sup>333</sup> 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*, n° 26, p. 108-125.

<sup>334</sup> 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).

<sup>335</sup> BARTSCH C., 2001, *The pineal gland and cancer*, Berlin, Springer.

<sup>336</sup> 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<sup>337</sup>, de même que le tabac et la prise de somnifères<sup>338</sup>. Enfin, les perturbations des rythmes du métabolisme se sont révélées être pronostiques de la survie chez les patients cancéreux<sup>339</sup>.

---

<sup>337</sup> 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.

<sup>338</sup> 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.

<sup>339</sup> 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 métastaté », *Pathologie Biologie*, n° 44, p. 165-171.

## Conclusion

Lucifèr (étymologiquement « qui apporte la lumière », du latin *lux*, lumière et *fèro*, 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 »<sup>340</sup> 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

---

<sup>340</sup> MONS A., 2000, « La communication lumière de la ville. Un devenir-image des lieux », *Médiation et information*, n° 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 relierons 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 émergentes 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  $\Phi$ ) 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 :

$$1\text{lm} = 1\text{cd} \times \text{sr} \quad (1)$$

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  $\Phi$  émis dans une certaine direction dans un cône d'angle solide unitaire  $\omega$ , d'où la formule :

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (2)$$

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 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ), 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  $\alpha$ ,  $A$  la zone de la source lumineuse, et  $\cos \alpha$  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/m <sup>2</sup> )
Soleil à midi	1,6.10 <sup>9</sup>
Coucher du Soleil	6.10 <sup>6</sup>
Ciel clair	8.10 <sup>3</sup>
Ciel nuageux	2.10 <sup>3</sup>
Ciel nocturne exceptionnellement sombre	1,75.10 <sup>-4</sup>
Pré	8.10 <sup>2</sup>
Neige	3,2.10 <sup>4</sup>
Bougie stéarique	5.10 <sup>3</sup>
INC 60 boule claire	5.10 <sup>6</sup>
FL 18W	4.10 <sup>3</sup>
JM 70W	1,5.10 <sup>7</sup>

**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 ( $d\Phi$ ) frappant une surface ( $dA$ ). Le tableau 6 donne quelques exemples de niveaux d'éclairement.

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (5) \text{ et : } 1\text{lux} = \frac{1\text{lm}}{1\text{m}^2} \quad (6)$$

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

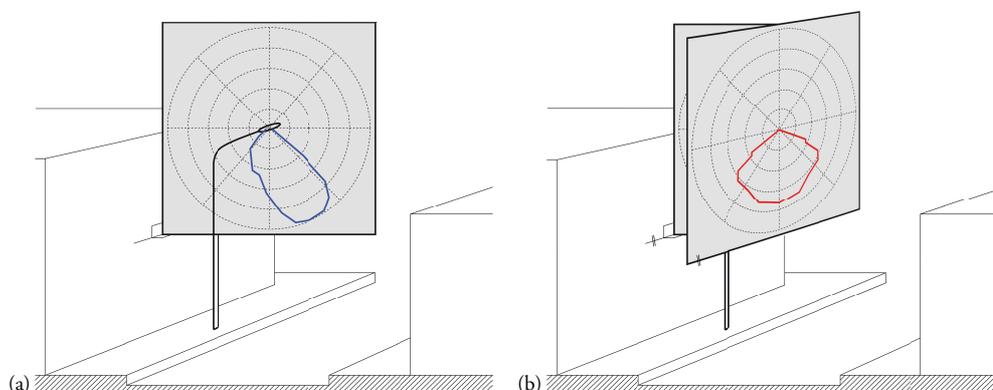
**Tableau 6** Valeurs d'éclairement indicatives pour quelques références naturelles ou artificielles.

### 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

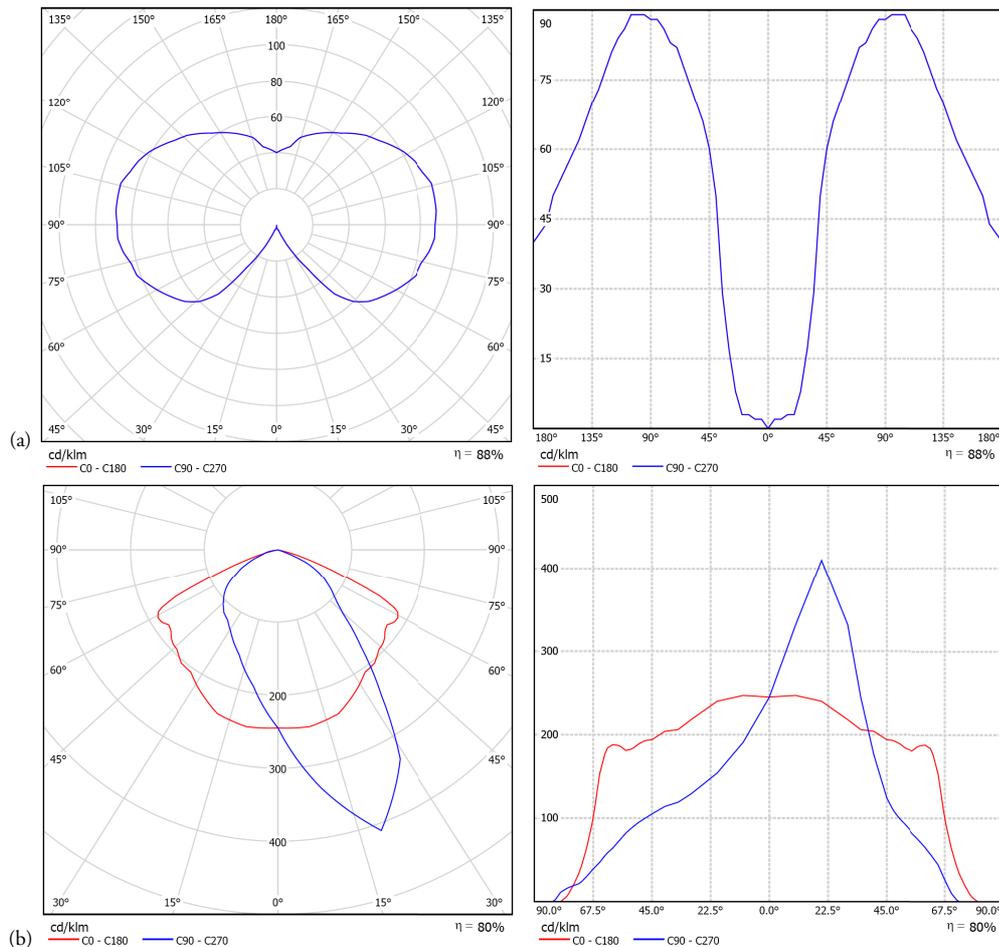
L'information principale concernant la photométrie d'un lampadaire est contenue dans son diagramme de rayonnement (en candélas par lumen ou, plus couramment, par kilolumen), qui est souvent donné en représentation polaire, suivant les 360° d'un disque dont la source de lumière (l'ampoule) occupe le centre. 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 exemples 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 ».

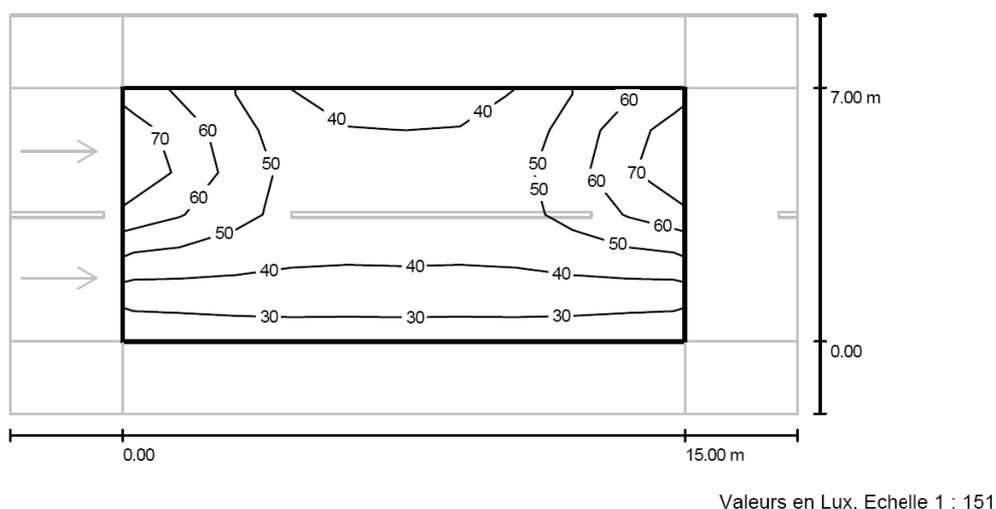


**Figure 15** Diagrammes pour luminaire « boule » et luminaire « *full cut-off* ».  
**(a)** : Diagrammes (polaire – colonne de gauche – et linéaire – colonne de droite) de rayonnement (en cd/klm) pour un luminaire type « boule », pour lequel on peut remarquer un flux maximal au niveau du plan horizontal (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 Illuminazione®.

### 1.1.1.3 Eclairage au sol et coefficient d'uniformité

#### *La mesure la plus courante : l'éclairage au sol*

Par « photométrie », les professionnels de l'éclairage désignent souvent, dans leur langage courant, les caractéristiques d'éclairage 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 (éclairage moyen sur une zone de contrôle, éclairage minimal, éclairage maximal, coefficient d'uniformité ; voir figure 16).



Frame: 10 x 6 Points

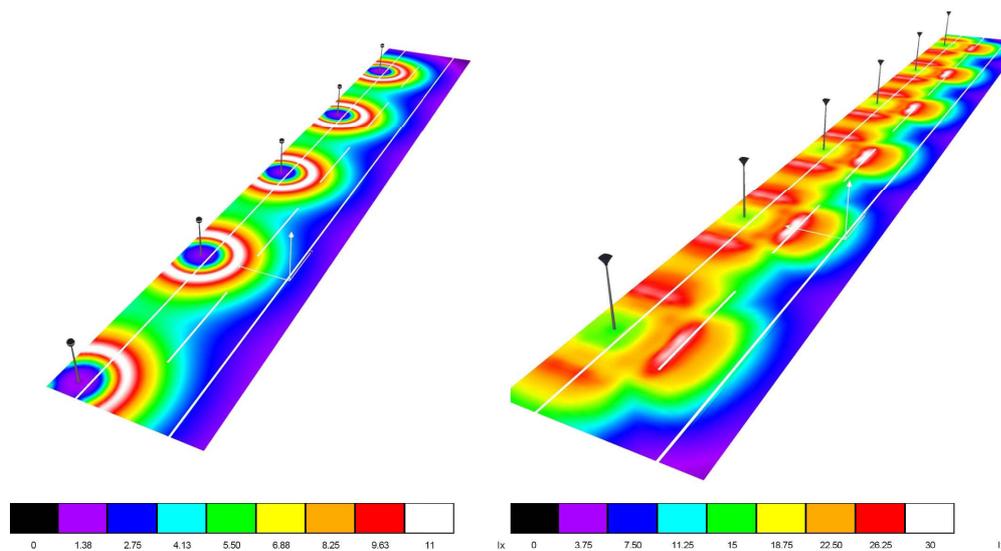
$E_{\text{moy}}$ [lx]	$E_{\text{min}}$ [lx]	$E_{\text{max}}$ [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$	$E_{\text{min}} / E_{\text{max}}$
46	28	76	0.606	0.365

**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 ( $E_{\text{min}}$ ) à l'éclairage moyen ( $E_{\text{moy}}$ ) 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'éclairage 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).

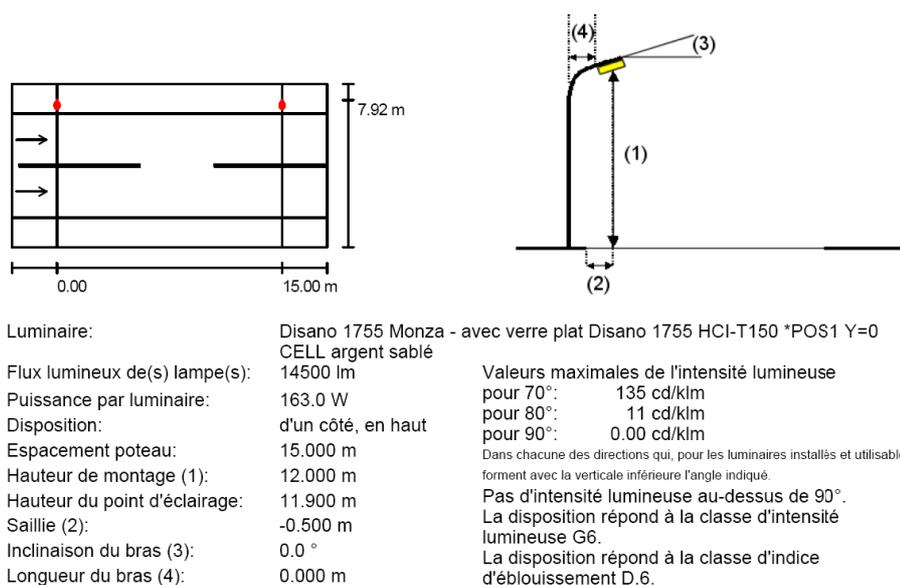


**Image 22** Photographies de trois luminaires au défilement plus ou moins fort. Catalogue Thorn Lighting®.

#### 1.1.1.4 Des ajustements techniques possibles

##### *Les données ajustables*

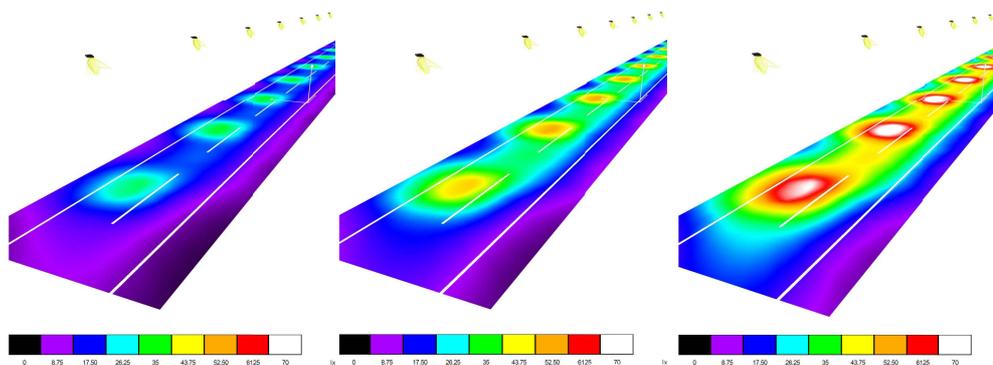
Pour un même luminaire, le technicien peut jouer sur quelques paramètres afin de faire varier la photométrie au sol : changement du flux lumineux, hauteur de montage (hauteur du mât), espacement des mâts, inclinaison du bras ou de la lanterne, longueur du bras et saillie (figure 18).



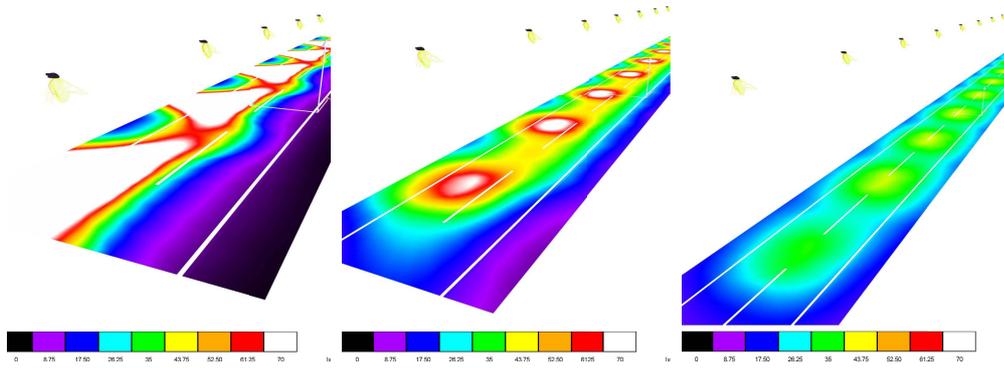
**Figure 18** Données de planification d'un projet d'éclairage générées par le logiciel DIALux®. Données permettant de synthétiser les choix effectués sur les variables d'ajustement.

### Simulations

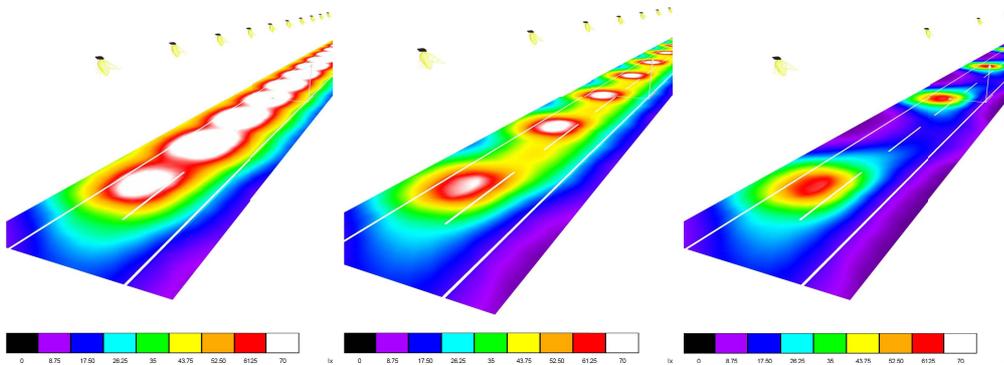
Afin d'offrir au lecteur la possibilité de « visualiser » un par un les effets de ces différents ajustements, des simulations ont été faites pour la variation de trois paramètres – les plus communément ajustés : flux, hauteur de feu, espacement – grâce au logiciel DIALux®, à partir d'un luminaire complètement 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 renvoyés 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).



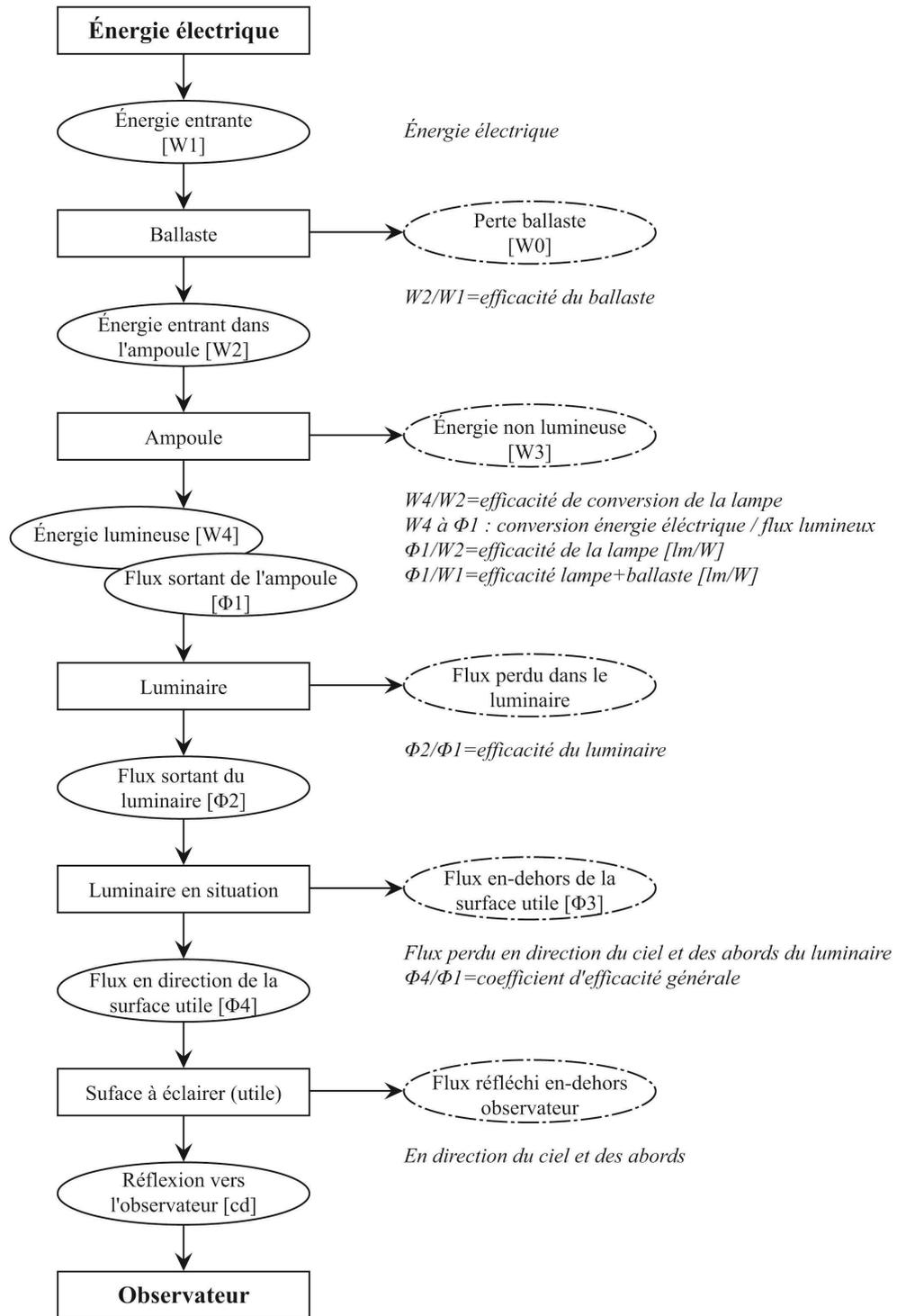
**Image 23** Éclairage par batterie de projecteurs, avec une atmosphère chargée en aérosols.  
Photographie d'une installation sportive (Dijon, campus universitaire, 2010) éclairée par différentes batteries de projecteurs avec une atmosphère chargée en aérosols (très fins flocons de neige). © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



**Image 24** Éclairage dans une atmosphère sèche : absence de halo de luminaire.  
© Samuel Challéat, ThéMA, 2010.

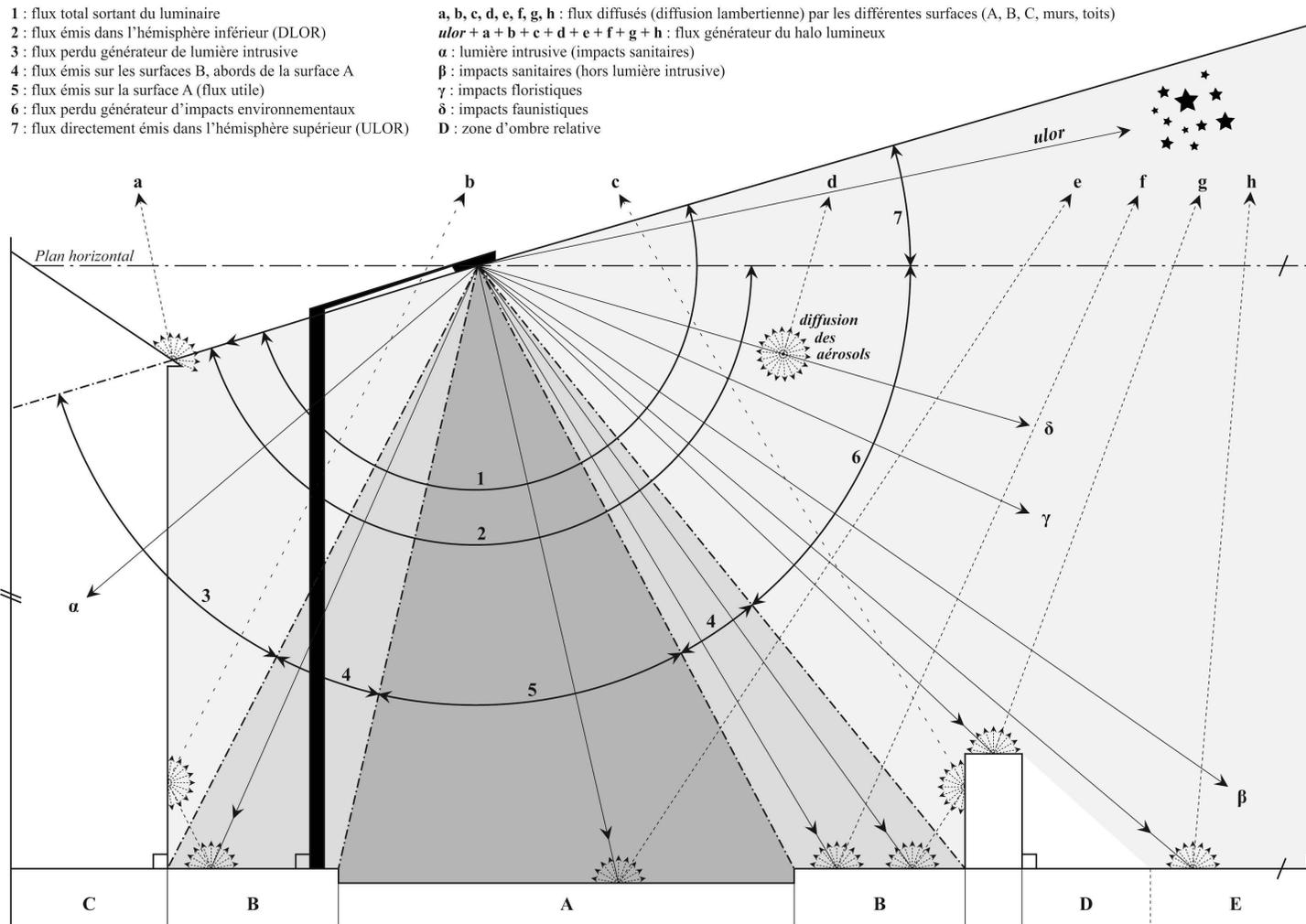
### *Les différentes contributions au halo : une déperdition par étapes*

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<sup>341</sup>.

<sup>341</sup> NARISADA K. et SCHREUDER D., 2004, *Light pollution handbook*, New York, Springer.

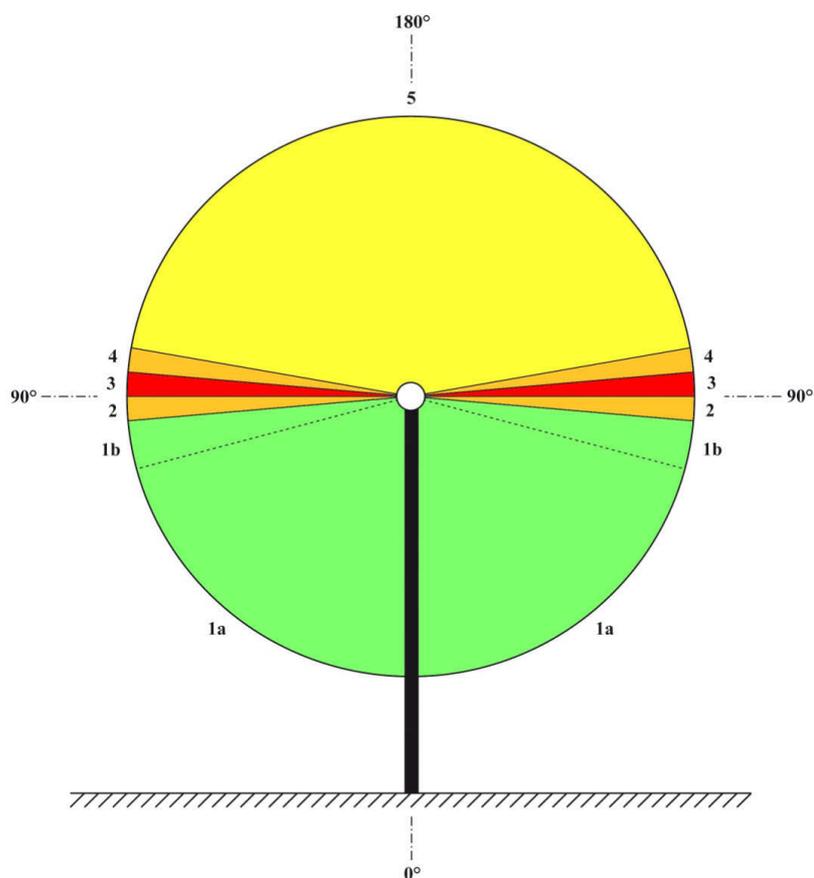


**Figure 23** Représentation schématique des différents flux, directs et indirects, émis par un luminaire.  
 Schéma de l'auteur.

### 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<sup>342</sup>.

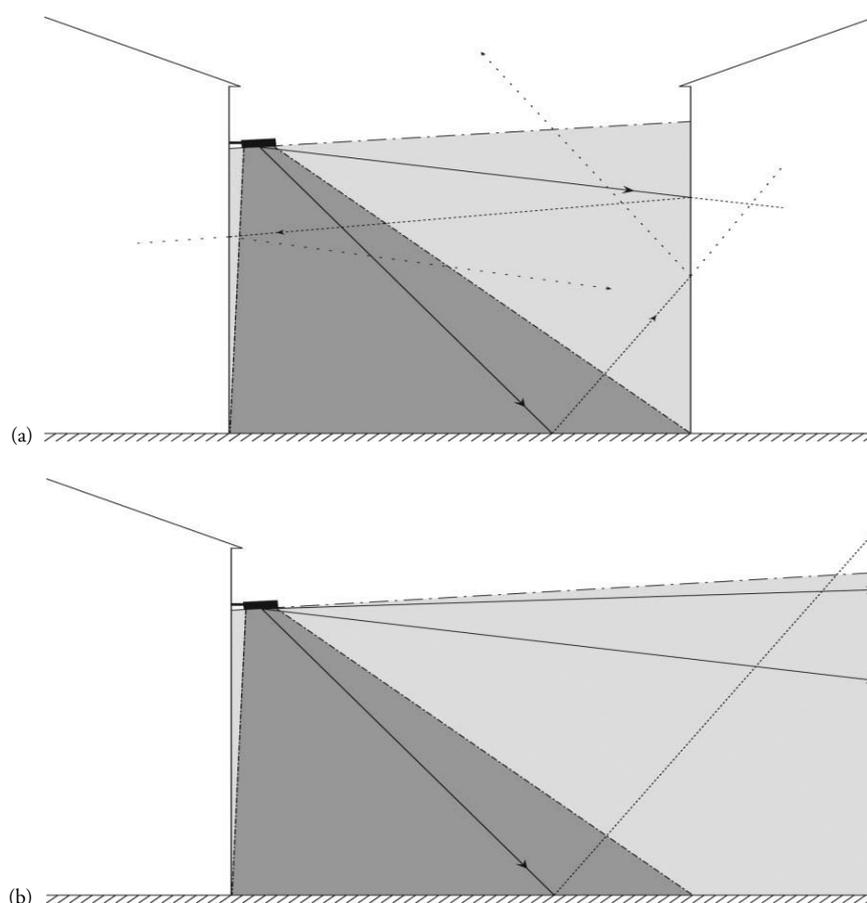
La zone 1 correspond à la zone d'émission idéale de la lumière par le luminaire ; à l'intérieur de cette zone, la tranche de 75° à 85° (1b) apparaît cependant éblouissante pour les usagers de la route. La zone 2 a un potentiel de contribution au halo relativement important, mais le flux émis dans cette 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

<sup>342</sup> 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 a view 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.*

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*

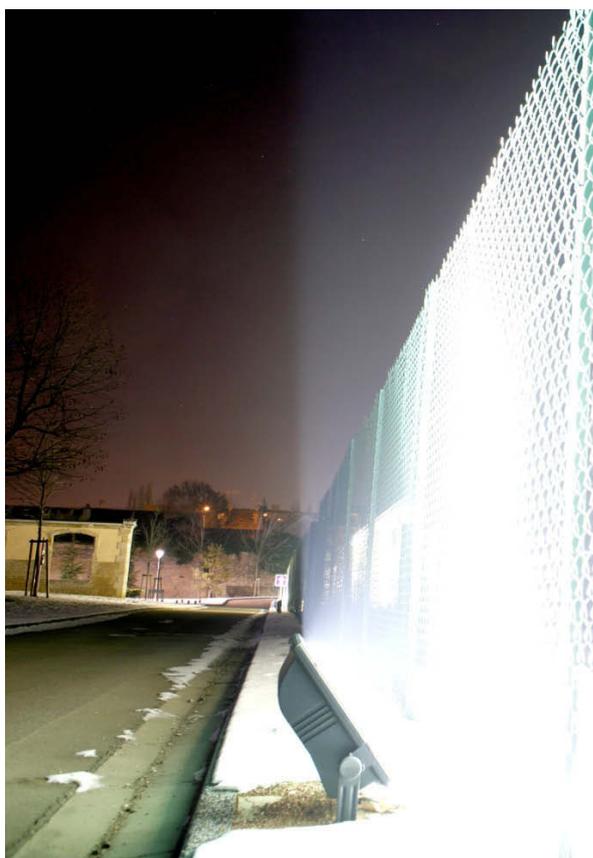
L'interception des rayons lumineux par le bâti environnant joue un rôle primordial dans la propagation plus ou moins lointaine du flux lumineux, notamment celui émis entre  $85^\circ$  et  $100^\circ$  par rapport à la verticale du luminaire (figures 24 et 25). Pour autant, cela ne veut pas dire qu'il 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 privé.



**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 réfléchi 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.



**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.*<sup>343</sup> (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  $21,6 V_{mag} \cdot \text{arcsec}^{-2}$ , ou  $252 \mu\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$  (référence prise chez Garstang<sup>344</sup> et chez Krisciunas et Schaefer<sup>345</sup>). Cinzano *et al.*<sup>346</sup> 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<sup>347</sup>, qui considère qu'un ciel est pollué ( $b_p$ ) à partir du moment où sa luminosité à  $45^\circ$  au-dessus de l'horizon dépasse de 10 % la luminosité naturelle précédemment donnée, et l'exemple de Garstang<sup>348</sup>, qui donne pour seuil d'activation physiologique de la vision nocturne ( $b_e$ ) la valeur de  $4452 \mu\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$ .

<sup>343</sup> 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.

<sup>344</sup> GARSTANG R.H., 1986, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.

<sup>345</sup> KRISCIUNAS K. et SCHAEFER B. E., 1991, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 103, p. 1033-1039.

<sup>346</sup> 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.

<sup>347</sup> WALKER M.F., 1987, *NOAO Newsletter*, n° 10, p. 16.

<sup>348</sup> 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<sup>349</sup> ( $b_p$ , 10% de  $b_n$ ) et Garstang<sup>350</sup> ( $b_e$ , 4452  $\mu\text{cd.m}^2$ ).  
 D'après Cinzano *et al.*<sup>351</sup>.

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

<sup>349</sup> WALKER M.F., 1987, *NOAO Newsletter*, n° 10, p. 16.

<sup>350</sup> GARSTANG R.H., 1986, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 98, p. 364-375.

<sup>351</sup> 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

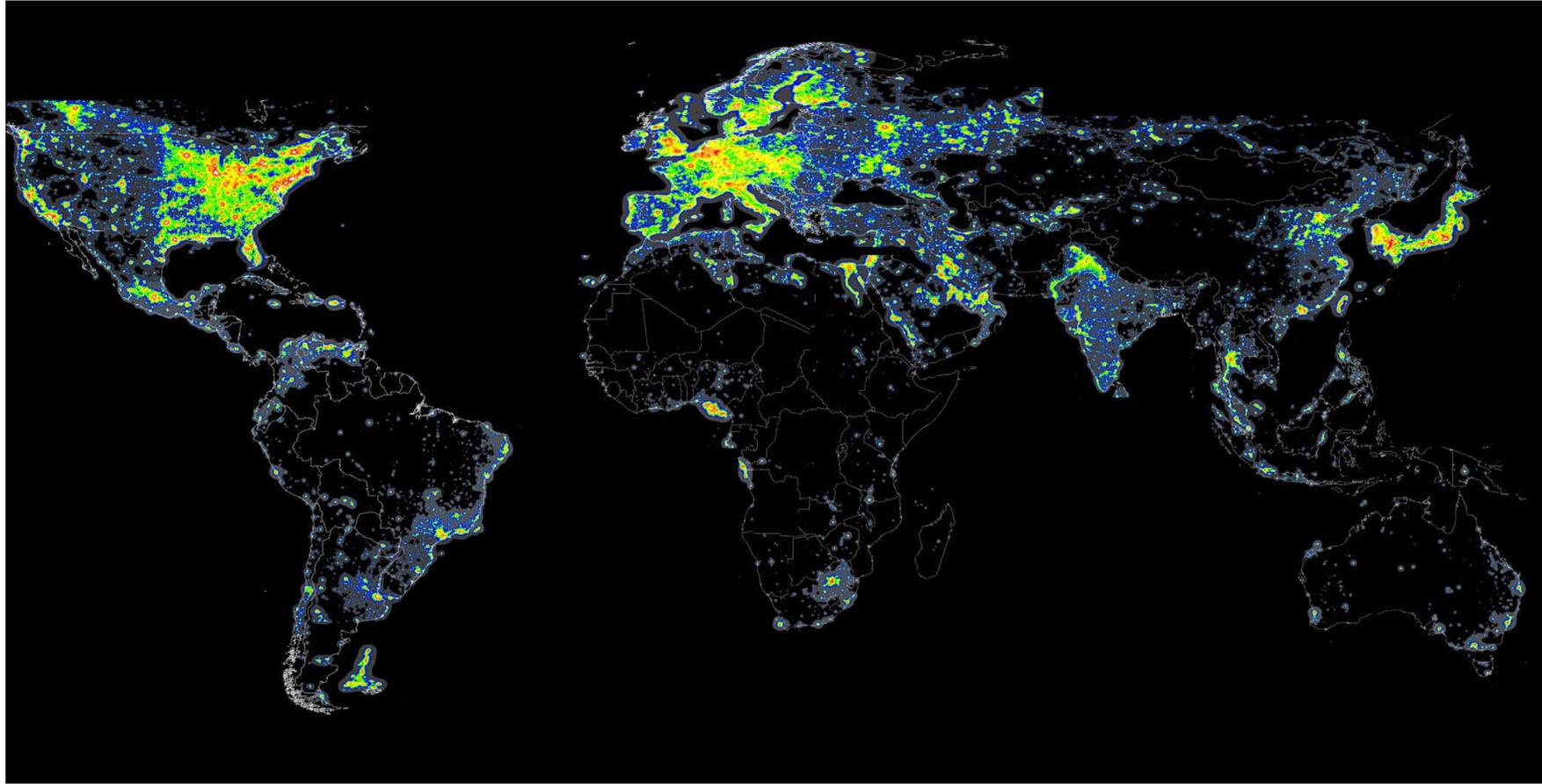
**Tableau 8** Part de territoire sous des ciels de différentes luminosités.

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.*<sup>352</sup>.

<sup>352</sup> 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.*<sup>353</sup>.

<sup>353</sup> 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.*<sup>354</sup> (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 m<sup>2</sup> après ajustement des instruments d'amplification. Ces données sont générées 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.*<sup>355</sup>, a été générée à partir des données OLS-DMSP à haute résolution,

<sup>354</sup> 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.

<sup>355</sup> CINZANO P., FALCHI F., ELVIDGE C.D. et BAUGH K.E., 2000, « The artificial night sky brightness mapped from DMSP Operational Linescan System measurements », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 318, p. 641-657.

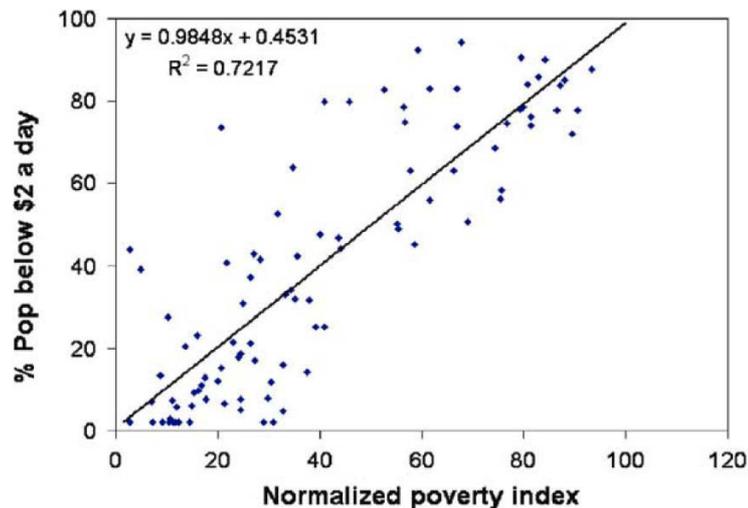
CINZANO P., FALCHI F. et ELVIDGE C.D., 2001, « The first World Atlas of the artificial night sky brightness », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, n° 328, p. 689-707.

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<sup>356</sup> 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 aurores 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.*<sup>357</sup> 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.*<sup>358</sup>.

Elvidge *et al.*<sup>359</sup> 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.

<sup>356</sup> GARSTANG R.H., 2000, sous la direction de CINZANO P., « Measuring and Modelling Light Pollution », *Journal of the Italian astronomical Society*, n° 71, p. 83.

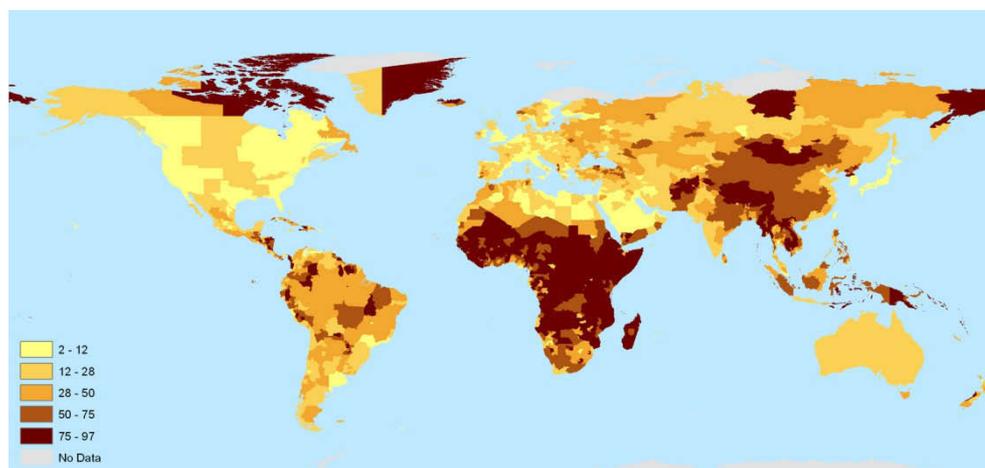
<sup>357</sup> ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

<sup>358</sup> 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.

<sup>359</sup> 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.*<sup>360</sup>.



**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.*<sup>361</sup>.

<sup>360</sup> 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.

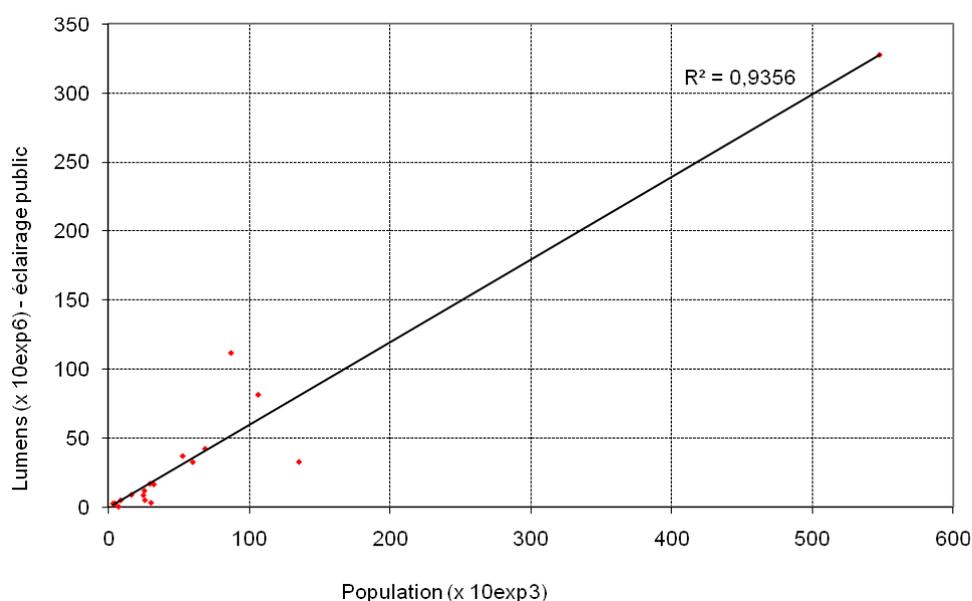
<sup>361</sup> ELVIDGE C.D., SUTTON P.S., GHOSH T., TUTTLE B.T., BAUGH K.E., BHADURI B. et BRIGHT E., 2009, « A global poverty map derived from satellite data », *Computers & Geosciences archive*, volume 35, n° 8, p. 1652-1660.

### 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<sup>362</sup>. 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<sup>363</sup>.

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.

<sup>362</sup> 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.

<sup>363</sup> 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 <sup>3</sup> )	Lumens (x 10 <sup>6</sup> )
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<sup>364</sup>.

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

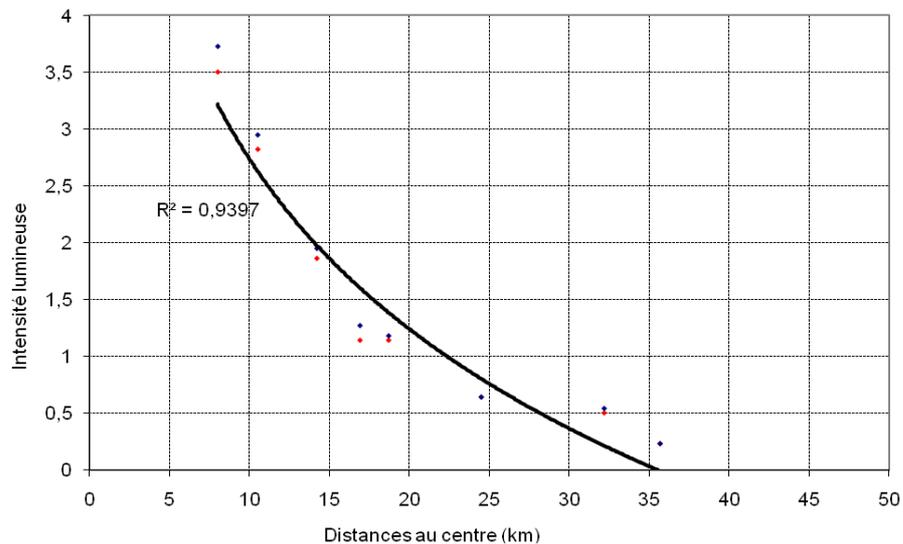
<sup>364</sup> WALKER M.F., 1977, « The effects of urban lighting on the brightness of the night sky ». *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 89, p. 405-409.

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.

Distance (km)	Intensité			
	(V)		(B)	
	(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<sup>365</sup>.

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<sup>366</sup>.

<sup>365</sup> 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<sup>367</sup>. 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<sup>368</sup>. 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 <sup>3</sup> )	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<sup>369</sup>.

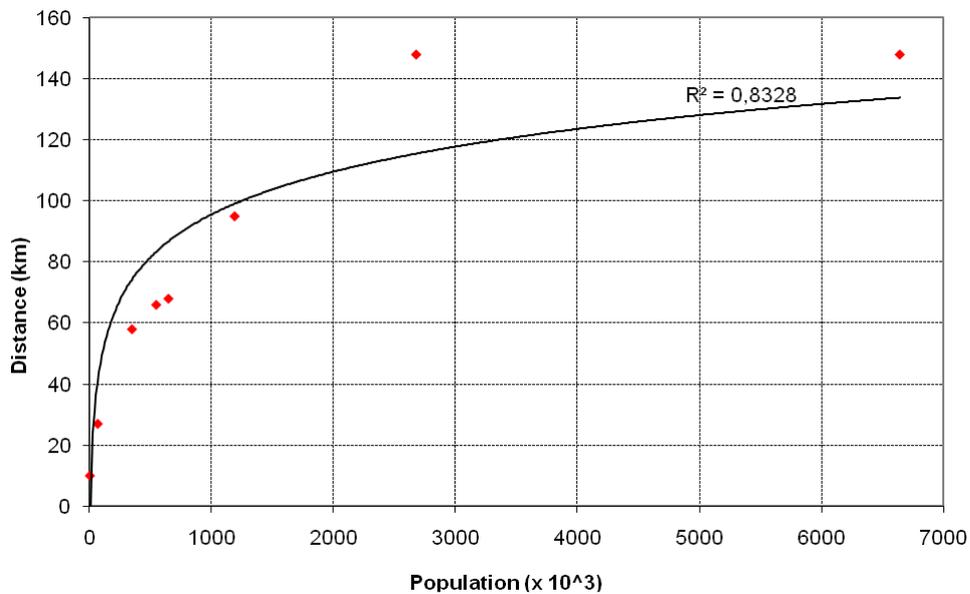
Les résultats ainsi obtenus sont reportés en figure 30 qui trace les distances en fonction de la population des villes correspondantes, excepté pour le comté de Los Angeles et Los Angeles elle-même. Walker arrive donc à la conclusion suivante : la relation « intensité de lumière émise »/population est 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.

<sup>366</sup> 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.

<sup>367</sup> WALKER M.F., 1973, « Light pollution in California and Arizona », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, n° 85, p. 508-519.

<sup>368</sup> 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.

<sup>369</sup> 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<sup>370</sup>.

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.

<sup>370</sup> 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.

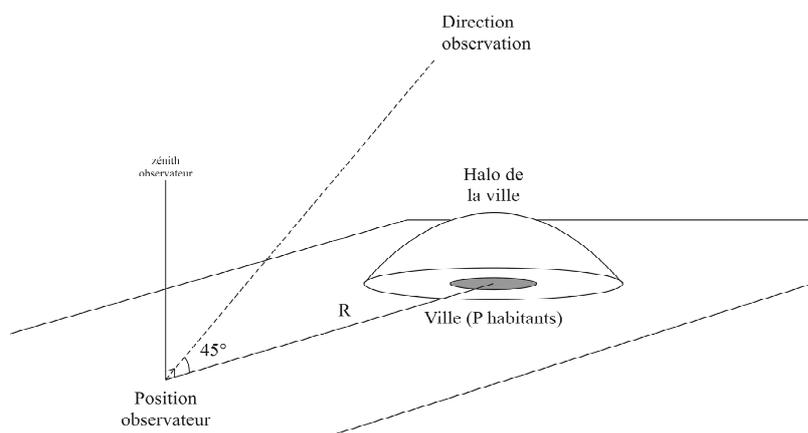
L'étude de Walker<sup>371</sup> donne la relation empirique suivante :

$$I = k \left( \frac{P}{R^{2.5}} \right) \quad (7)$$

Soit, au coefficient k près :

$$\text{Log}(I) = 3 - 2,5 \log(R) + \log(P) \quad (8)$$

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<sup>372</sup>, 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.

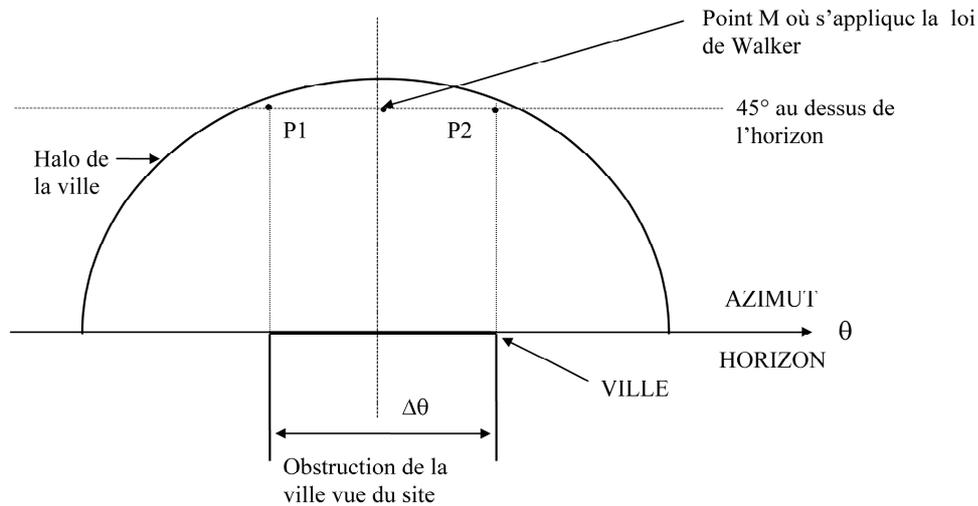
Le rapport I est mesuré dans la direction d'observation, à 45° au-dessus de l'horizon, dans le plan [zénith observateur/observateur/ville]. D'après Bonavitacola<sup>373</sup>.

<sup>371</sup> 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.

<sup>372</sup> 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.

<sup>373</sup> BONAVIDACOLA 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  $45^\circ$  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 :

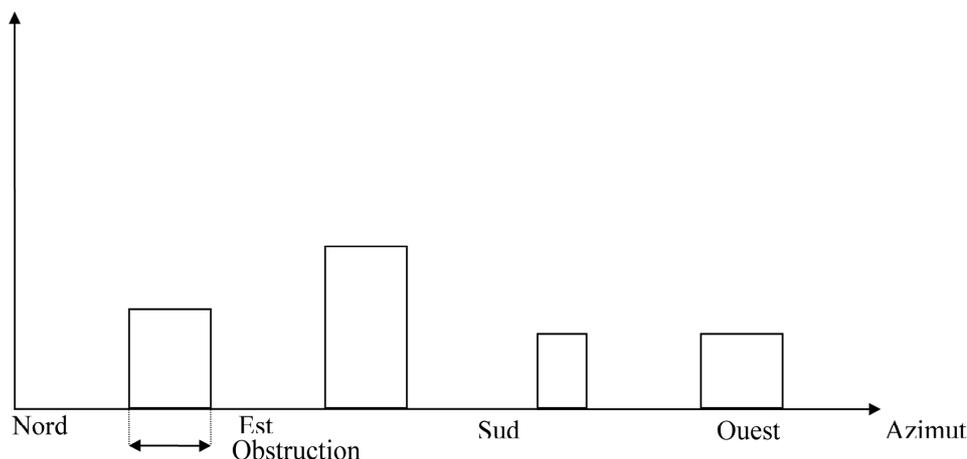


**Figure 32** Représentation d'un halo de pollution lumineuse au-dessus d'une ville.  
La ville, de diamètre  $\Delta\theta$ , produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à  $45^\circ$  au-dessus de l'horizon, au point M, égale à celle calculé par la loi de Walker.  
Source : documentation programme THOT, Licorress<sup>374</sup>.

La ville considérée ici produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à  $45^\circ$  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  $45^\circ$  sur la luminosité du fond de ciel naturel à cette même hauteur sur l'horizon.

<sup>374</sup> BONAVIDACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation*.  
Site web : <http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/>



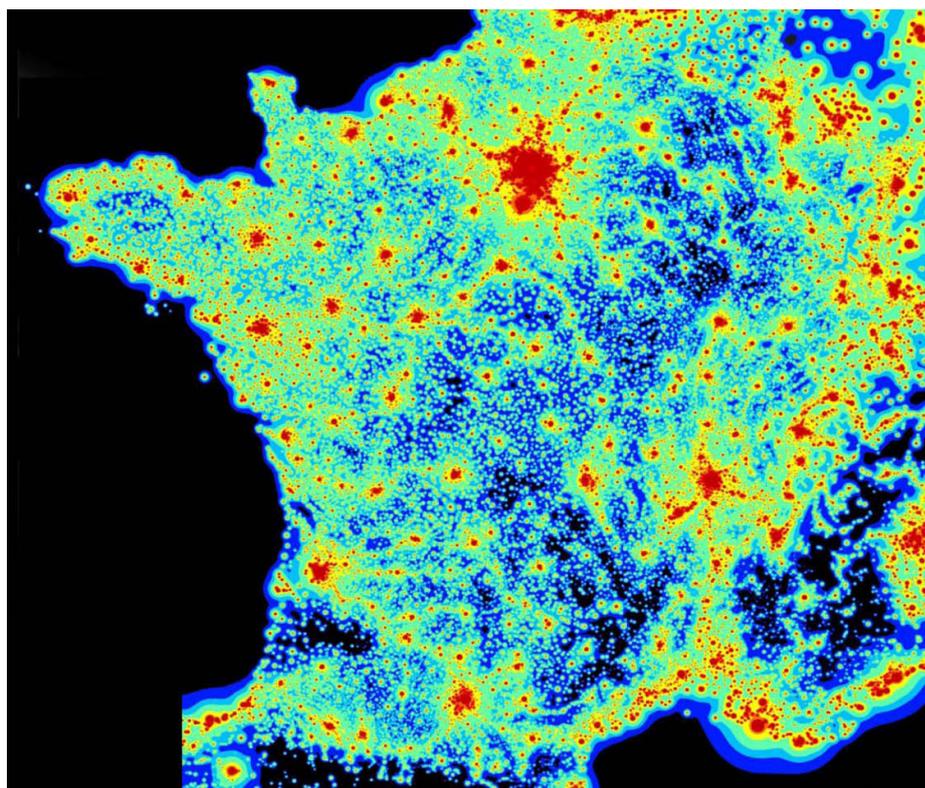
**Figure 33** Fonction de gêne due aux halos de pollution lumineuse.  
Représentation d'une fonction de gêne due aux halos de pollution lumineuse au-dessus de quatre villes. Chaque ville produit une augmentation relative de la luminosité du fond de ciel à  $45^\circ$  égale à celle calculée par la loi de Walker. Source : documentation programme THOT, Licorress<sup>375</sup>.

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  $45^\circ$  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<sup>376</sup> (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.

<sup>375</sup> BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation*.

Site web : <http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/>

<sup>376</sup> 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<sup>377</sup>.

**Encart 3** Échelle de Bortle<sup>378</sup>.

**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 projetée 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

<sup>377</sup> BONAVITACOLA M., 2001, *Le programme THOT – Documentation*.

Site web : <http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/>

<sup>378</sup> 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<sup>379</sup>, 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<sup>380</sup> et l'utilisent pour cartographier précisément la pollution lumineuse aux États-Unis<sup>381</sup>. La relation utilisée est similaire à celle de la loi de Walker<sup>382</sup>, 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

<sup>379</sup> 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.

<sup>380</sup> 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.

<sup>381</sup> Leurs cartographies sont disponibles via l'Internet. URL : <http://laps.noaa.gov/albers/slides/ast/places.html>

<sup>382</sup> 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<sup>383</sup> ajoutent à cette équation de type Walker<sup>384</sup> 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

<sup>383</sup> 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.

<sup>384</sup> 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).

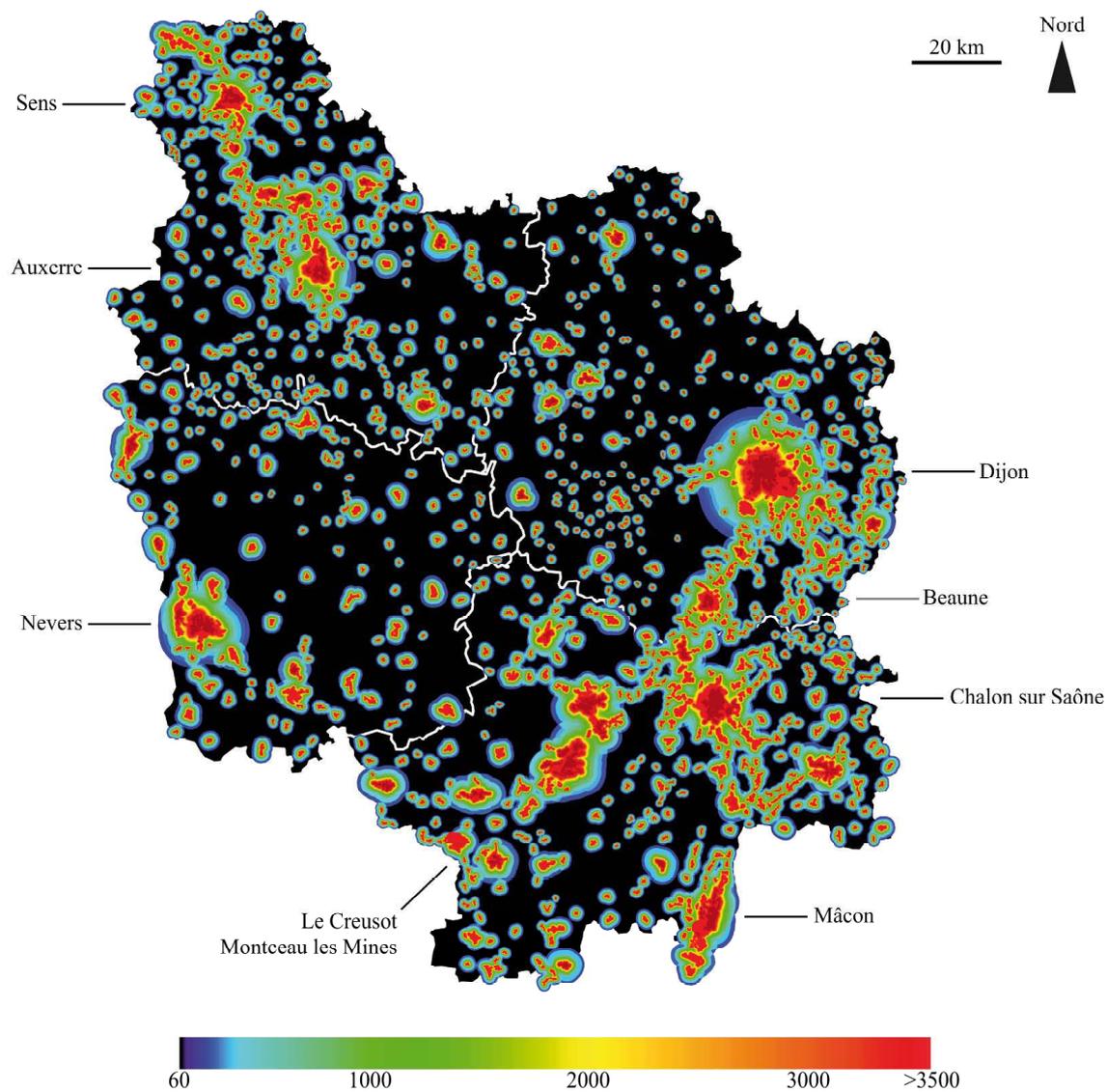
L'unité spatiale et la superficie de la plus petite unité cartographiée, du seuil de description, est de 25 hectares. L'unité spatiale au sens de CLC 2000 est une zone dont la couverture peut être considérée comme homogène, ou être perçue comme une combinaison de zones élémentaires qui représente une 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 :

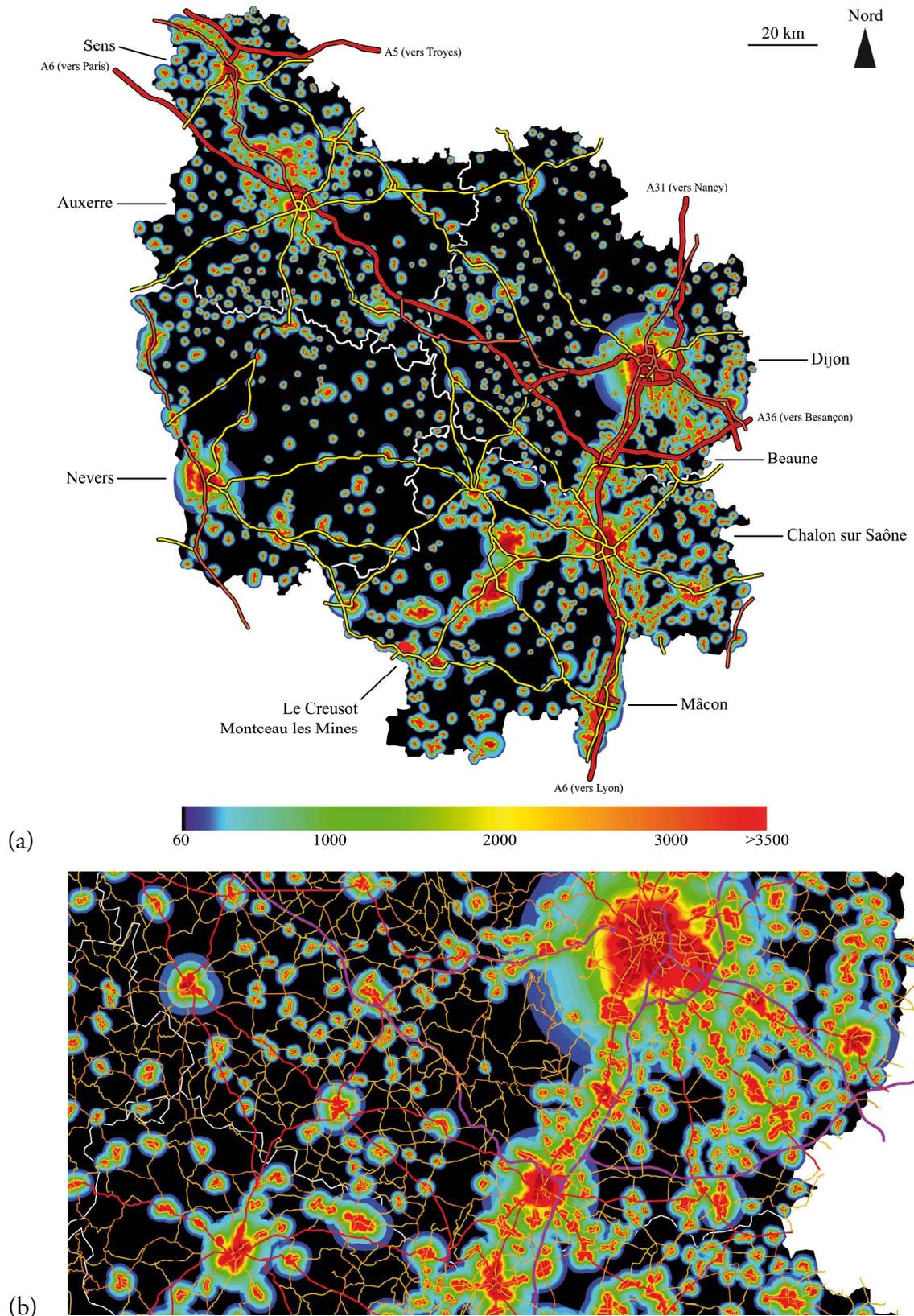
- 1 Territoires artificialisés.
- 2 Territoires agricoles.
- 3 Forêts et milieux semi-naturels.
- 4 Zones humides.
- 5 Surfaces en eau.

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<sup>385</sup>. 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'utilisateurs 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 cloîtrée derrière 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.

<sup>385</sup> 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).



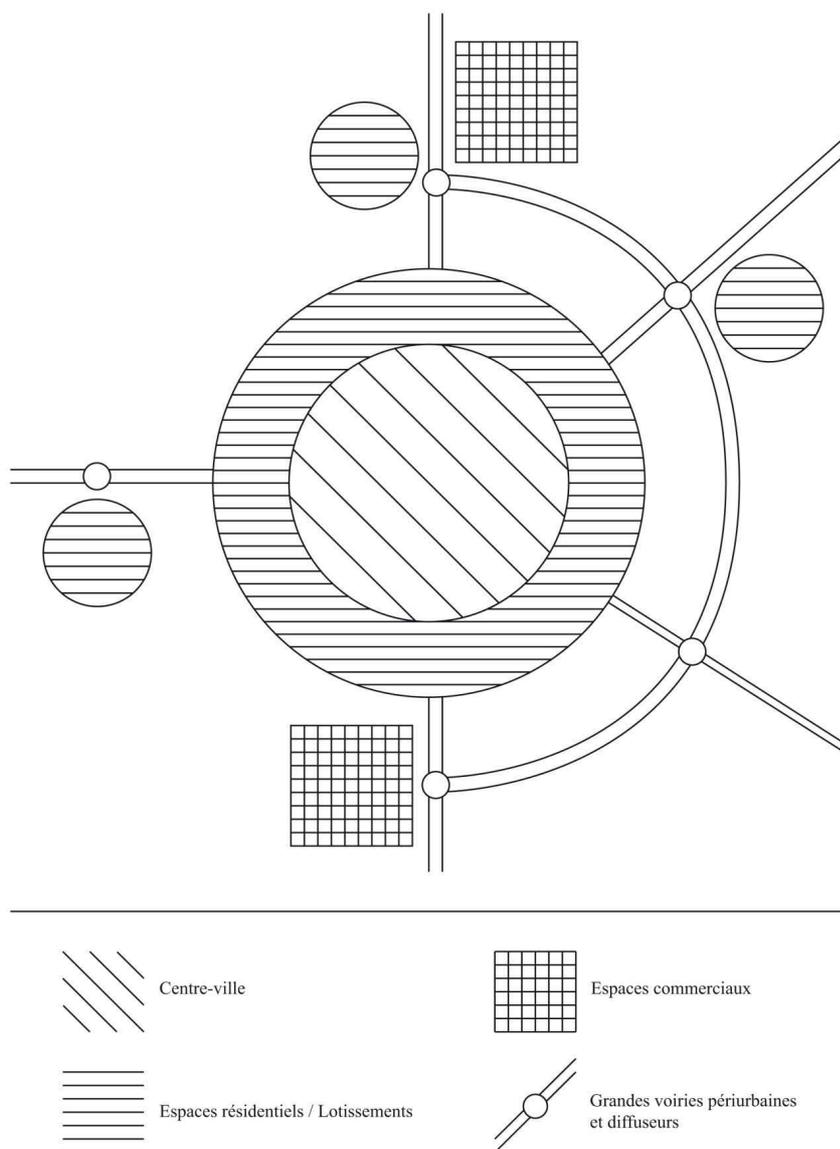
**Image 34** Photographie (panoramique par assemblage) des halles de Dijon. © Samuel Challéat, ThéMA, 2010.



**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*

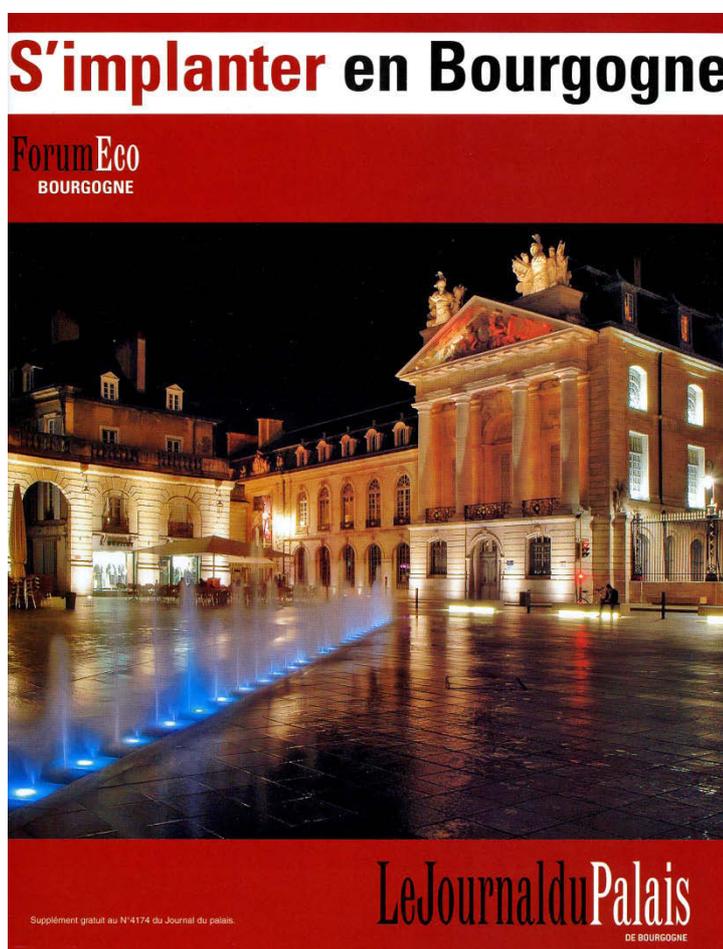


**Figure 37** Typologie de l'éclairage public.  
Schématisation de la typologie de l'éclairage public observée selon des critères quantitatifs (intensités) et qualitatifs (types de matériels utilisés). Schéma de l'auteur.

### 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 (1<sup>er</sup> 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<sup>386</sup>, 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*<sup>387</sup>, 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 »<sup>388</sup>.

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).

<sup>386</sup> MOSSER S., 2007, « Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, n° 31, p. 77-100.

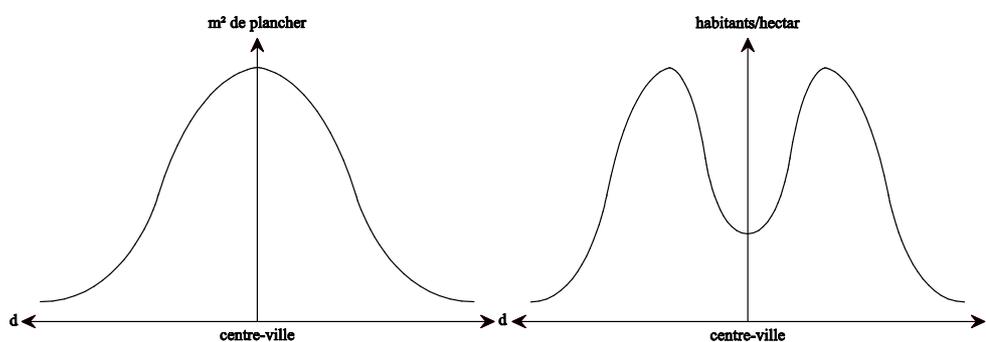
<sup>387</sup> OBLET T., 2008, *Défendre la ville*, Paris, PUF.

<sup>388</sup> 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<sup>389</sup> (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<sup>390</sup>.

<sup>389</sup> ALLAIN R., 2005, *Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville*, Paris, Armand Colin

<sup>390</sup> 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<sup>391</sup>). 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).

---

<sup>391</sup> 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*<sup>392</sup>, une critique acerbe des

<sup>392</sup> 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'éclairage 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'éclairage de la chaussée et, dans le même temps, sur le maintien de niveaux d'éclairage 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'utilisateur de la route qui entre souvent dans la ville par ces zones d'activités. Pour contrecarrer les éclairages privés, les acteurs de l'éclairage public sont contraints eux aussi d'entrer dans un mécanisme de surenchère des niveaux d'éclairage afin de garder une chaussée suffisamment identifiable pour l'utilisateur. Les « deux fois deux voies » pénétrantes sont ainsi affublées de luminaires surpuissants et densément installés afin de souligner les perspectives et de guider l'utilisateur (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*<sup>393</sup> 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'utilisateur. Les véhicules légers urbains se côtoient avec une proportion importante de poids lourds. De même, le type d'utilisateur est très diversifié ; il est composé d'utilisateurs de passage ou en transit, itinérants de ville en ville, et d'utilisateurs 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 ;

<sup>393</sup> 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. »<sup>394</sup>

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.

---

<sup>394</sup> 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.

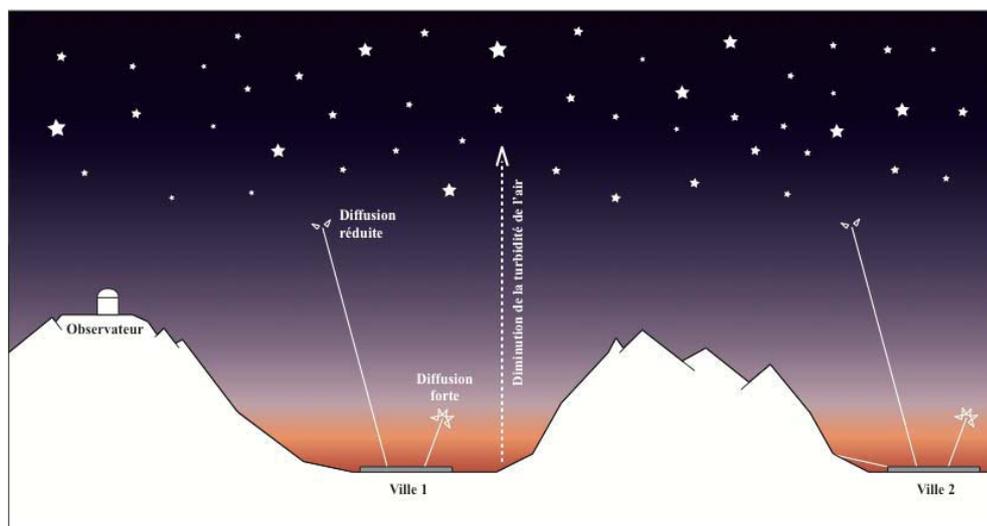
Dans la visibilité de ces différents halos lointains, derrière l'horizon, le relief va jouer un rôle important par deux biais différents : l'effet de visibilité directe des sources lumineuses (le relief peut soit empêcher la vision directe des sources, voire du halo en lui-même, soit permettre cette 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.

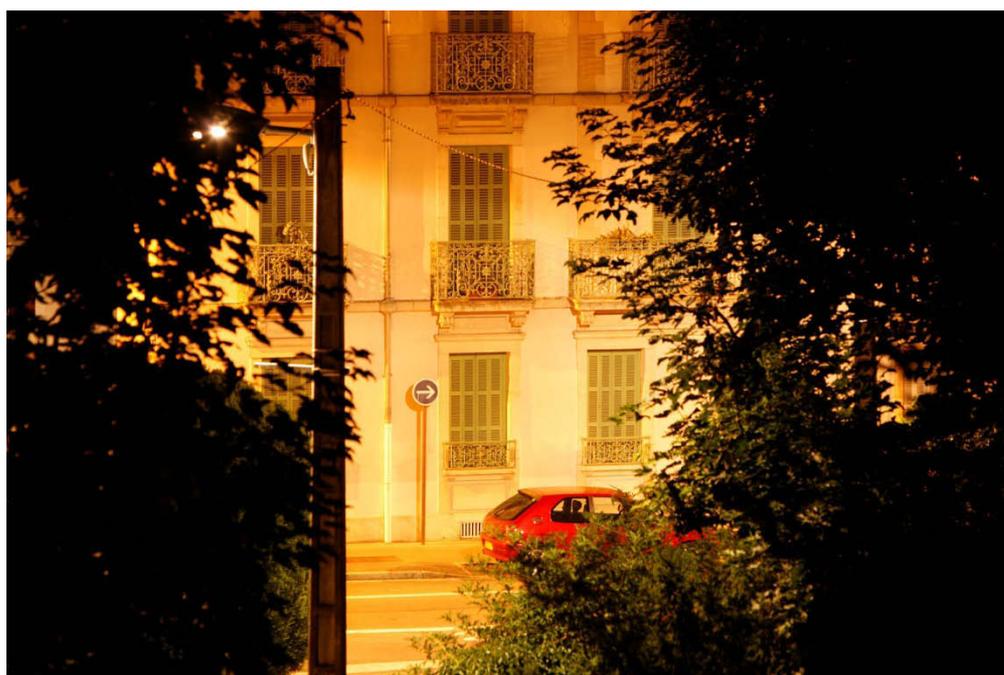
Avant d'entrer dans le halo, l'observateur qui se rapproche d'une agglomération voit devant lui grandir le halo – en hauteur sur l'horizon aussi bien qu'en « largeur » – qui obstrue de plus en plus son champ de vision. Le caractère diffus du halo lumineux interdit que l'on puisse définir clairement sa 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'éclairéments 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'éclairément 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 « rafraîchissement » 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'éclairage 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 ambiguë, 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 personnes 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 nyctéméraux, notamment le rythme de sécrétion de la mélatonine (hormone chronobiotique), et donc en compromettant 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 espèces 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 chaîne 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<sup>395</sup> 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 ;

$\theta'$  : angle entre l'horizon et le rayon provenant de la zone polluante qui intercepte l'élément de la couche d'atmosphère étudiée (de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ ) ;

$\theta$  : 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  $0^\circ$  à  $180^\circ$ ) ;

$\beta(h)$  : coefficient de diffusion d'un certain type de particule (molécule ou aérosol) ; unité

<sup>395</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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 ( $\text{km}^{-1}$ ) ;

$P(\theta)$  : 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 ;

$I(\varphi)$  : fonction de répartition d'intensité d'une lampe ; l'angle  $\varphi$  étant l'angle d'émission par rapport au nadir ; unité : cd ;

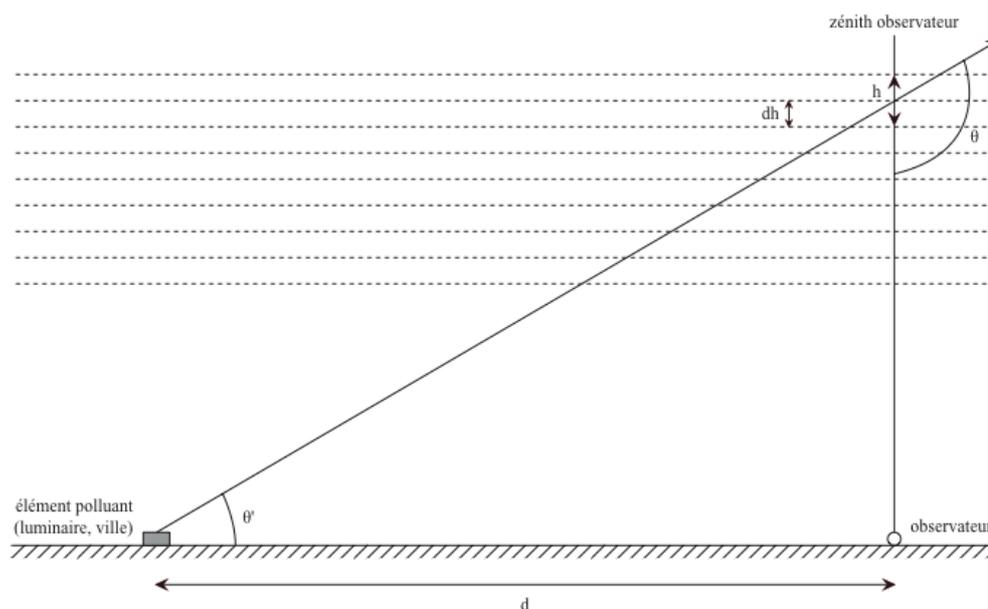
$F_{\text{tot}}$  : flux total d'une lampe, en lm ;

$\rho_0$  : albédo moyen du sol, compris théoriquement entre 0 et 1 ;

$I(\theta')$  : 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<sup>396</sup>.

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<sup>397</sup> et Smith *et al.*<sup>398</sup>.

Pour les molécules, leur coefficient de diffusion dans la longueur d'onde 550 nm, au niveau de la mer est :

<sup>396</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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.

<sup>397</sup> MCCARTNEY E.J., 1976, *Optics of the Atmosphere*, New York, Wiley.

<sup>398</sup> 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 :

$$\beta_{mol}(h) = \beta_{mol}(0) \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \quad (14)$$

$$\text{où : } h_{mol} \approx 8km$$

Si l'on considère que le modèle de Rayleigh s'applique à la diffusion des molécules, on a la fonction de phase suivante :

$$P_{mol}(\theta) = \frac{3}{4}(1 + \cos^2(\theta)) \quad (15)$$

Concernant la diffusion des aérosols, avec une visibilité de 23 km, la loi de Koschmieder<sup>399</sup> s'applique de la façon suivante :

$$\beta_{aéro,550nm}(h=0) \equiv \gamma_{aéro,550nm}(h=0) = \frac{3,91}{23km} = 0,17km^{-1} \quad (16)$$

Pour une hauteur d'atmosphère  $h$  différente de zéro, le coefficient de diffusion des aérosols sera :

$$\beta_{aéro}(h) = \beta_{aéro}(0) \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \quad (17)$$

$$\text{avec : } h_{aéro} \approx 0,8km \quad (0,5 \text{ à } 1 \text{ km})$$

La diffusion des aérosols s'effectuant de manière anisotrope il faut, pour leur modélisation, appliquer le modèle d'Henvey-Greenstein :

$$P_{H-G}(\theta, g) = \frac{1 - g^2}{(1 + g^2 - 2g \cos(\theta))^{3/2}} \quad \text{avec } g \in ]0,1[ \quad (18)$$

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  $\theta$  est fonction de l'altitude  $h$  de la couche d'atmosphère étudiée, on a :

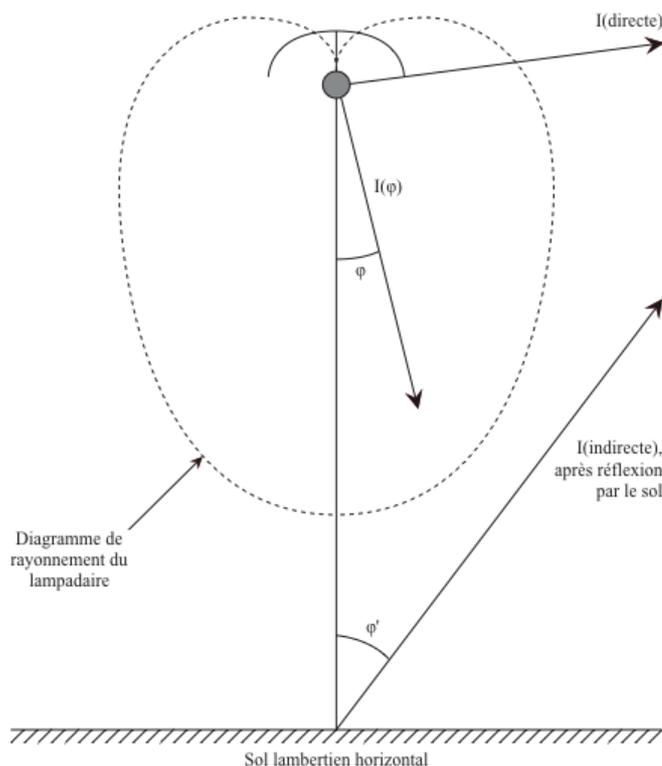
$$\cos(\theta) = -\frac{h}{\sqrt{d^2 + h^2}} \quad (22)$$

<sup>399</sup> MIDDLETON W., 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<sup>400</sup>.

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 :

<sup>400</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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 :

$$F_1 = \frac{F_{tot}}{2^{\frac{n}{2}+1}} \quad (26)$$

$$\text{ainsi avec } n = 4, \quad \frac{F_1}{F_{tot}} = 12,5\%$$

$$\text{et avec } n = 0 \text{ (lamadaire type boule), } \frac{F_1}{F_{tot}} = 50\%$$

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 lamadaire et du rayonnement provenant de la diffusion lambertienne du sol d'albédo  $\rho_0$  :

$$I(\theta') = \frac{F_{tot}}{4\pi 2^{\frac{n}{2}}} \left[ \left( \frac{n}{2} + 1 \right) (1 - \sin(\theta'))^{\frac{n}{2}} + 2\rho_0 \left( 2^{\frac{n}{2}+1} - 1 \right) \sin(\theta') \right] \quad (31)$$

$$\text{avec, ici, } \sin(\theta') = -\cos(\theta) = \frac{h}{\sqrt{d^2 + h^2}} \quad (32)$$

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) :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta') \times 10^{-6}}{d^2 + h^2} \exp \left( - \frac{\sqrt{d^2 + h^2}}{h} \left[ \beta_{mol}(0) h_{mol} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{h}{h_{mol}} \right) \right] + \beta_{aéro}(0) h_{aéro} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{h}{h_{aéro}} \right) \right] \right] \right) \quad (33)$$

$$\text{Donc pour } h=0 : E(0,d) = \frac{I(\theta') \times 10^{-6}}{d^2} \exp \left( -d [\beta_{mol}(0) + \beta_{aéro}(0)] \right) \quad (34)$$

Par suite de la diffusion de la pollution lumineuse, la tranche  $dh$  d'altitude  $h$  diffuse vers l'observateur avec une luminance élémentaire :

$$dL_{pollution}(h,d) = (\beta_{mol}(h)P_{mol}(h,d) + \beta_{aéro}(h,d)) \frac{E(h,d)}{4\pi} dh \quad (35)$$

La transmission atmosphérique sur le parcours réduisant la luminance au niveau de l'observateur, celle-ci devient :

$$dL'_{pollution,obs}(h,d) = dL_{pollution}(h,d) \exp \left( \begin{array}{l} -\beta_{mol}(0)h_{mol} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \right] \\ -\beta_{aéro}(0)h_{aéro} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \right] \end{array} \right) \quad (36)$$

Au final, la luminance apparente du ciel au zénith de l'observateur, par suite de la diffusion, est :

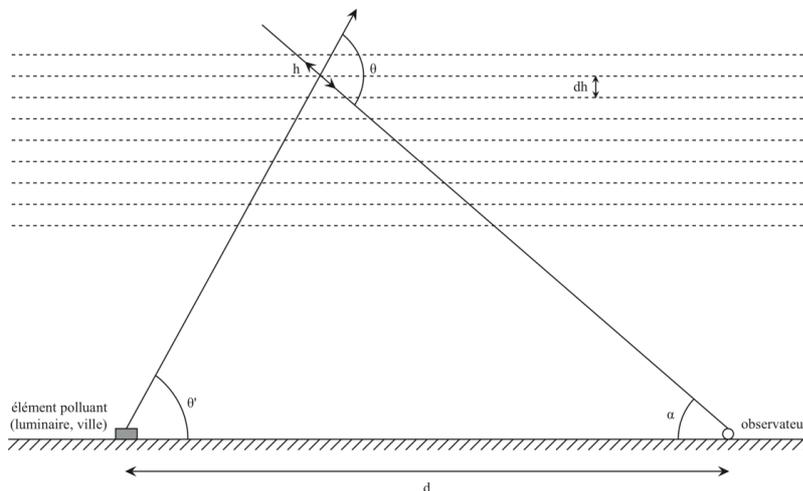
$$L_{pollution}(d) = \int_0^{\infty} dL'_{pollution,obs}(h,d) \quad (37)$$

d'où, en faisant une somme sur les h :

$$L_{pollution}(d) = \frac{\Delta h}{2} \left( dL(h(1),d) - dL(h(N),d) + 2 \sum_{i=2}^N dL(h(i),d) \right) \quad (38)$$

$$\text{sachant que } \Delta h = \frac{h(N)}{N-1} \quad (39)$$

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  $\alpha$  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<sup>401</sup>.

<sup>401</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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  $\sin(\theta')$ . 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 :

$$I(\theta') = \frac{F_{tot}}{4\pi 2^{\frac{n}{2}}} \left[ \left( \frac{n}{2} + 1 \right) (1 - \sin(\theta'))^{n/2} + 2\rho_0 \left( 2^{\frac{n}{2}+1} - 1 \right) \sin(\theta') \right] \quad (41)$$

Par suite, Lozi obtient donc, pour l'éclairement des couches successives de l'atmosphère :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta') \times 10^{-6} \sin^2(\theta')}{h^2} \exp \left( - \frac{1}{\sin(\theta')} \left[ \frac{\beta_{mol}(0) h_{mol} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \right]}{+ \beta_{aéro}(0) h_{aéro} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \right]} \right] \right) \quad (42)$$

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 :

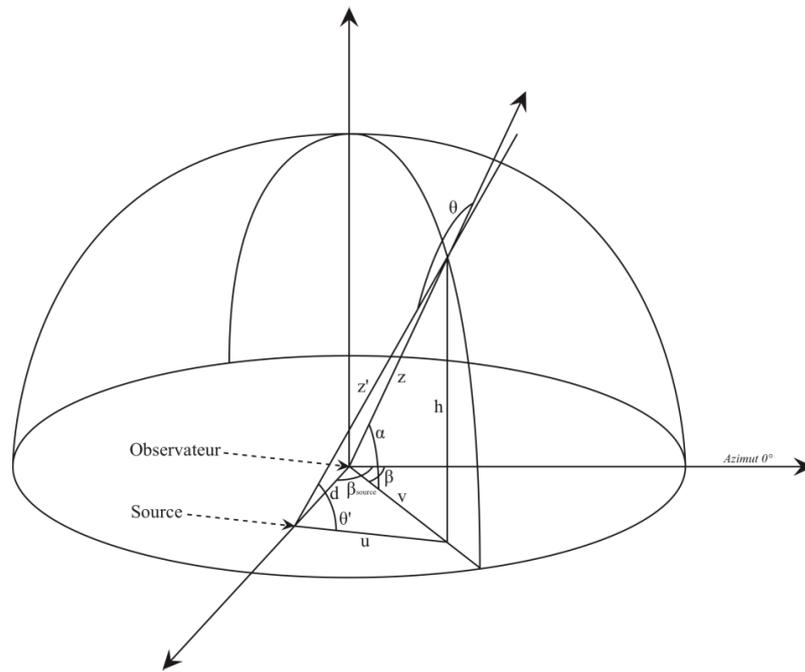
$$\frac{dL_{pollution,obs}(h,d)}{dh} = \frac{dL_{pollution}(h,d)}{dh} \exp \left( - \frac{1}{\sin(\alpha)} \left[ \frac{\beta_{mol}(0) h_{mol} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \right]}{+ \beta_{aéro}(0) h_{aéro} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \right]} \right] \right) \quad (44)$$

d'où une luminance résultante, en faisant une somme sur les h :

$$L_{pollution}(d) = \int_0^{\infty} dL_{pollution,obs}(h,d) = \frac{\Delta h}{2} \left( dL(h(1),d) - dL(h(N),d) + 2 \sum_{i=2}^N dL(h(i),d) \right) \quad (45)$$

$$\text{sachant que l'équation 39 reste vraie : } \Delta h = \frac{h(N)}{N-1}$$

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  $\beta$  et d'élévation  $\alpha$ , avec une source polluante d'azimut  $\beta_{source}$  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  $\beta$  et d'angle d'élévation  $\alpha$ , et d'une source d'azimut  $\beta_{source}$ . D'après Lozi<sup>402</sup>.

Lozi montre, pour cette configuration, que :

$$\sin(\theta') = \left( 1 + \frac{1}{\tan^2(\alpha)} - 2 \frac{d \cos(\beta - \beta_{source})}{h \tan(\alpha)} + \frac{d^2}{h^2} \right)^{-1/2} \quad (46)$$

L'éclairement d'une couche d'atmosphère d'altitude  $h$ , à une distance  $d$  est alors :

$$E(h,d) = \frac{I(\theta') \times 10^{-6} \sin^2(\theta')}{h^2} \exp \left( - \frac{1}{\sin(\theta')} \left[ \frac{\beta_{mol}(0) h_{mol} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \right]}{+ \beta_{aéro}(0) h_{aéro} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \right]} \right] \right) \quad (47)$$

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 :

$$\frac{dL_{pollution,obs}(h,d)}{dh} = \frac{dL_{pollution}(h,d)}{dh} \exp \left( - \frac{1}{\sin(\alpha)} \left[ \frac{\beta_{mol}(0) h_{mol} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{mol}}\right) \right]}{+ \beta_{aéro}(0) h_{aéro} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{h_{aéro}}\right) \right]} \right] \right) \quad (49)$$

<sup>402</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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  $h$  :

$$L_{pollution}(d) = \int_0^{\infty} dL_{pollution,obs}(h,d) = \frac{\Delta h}{2} \left( dL(h(1),d) - dL(h(N),d) + 2 \sum_{i=2}^N dL(h(i),d) \right) \quad (50)$$

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<sup>403</sup> 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

<sup>403</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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 entraîne 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'Énergies, d'Équipement et de e-Communication du Jura (SIDECE) 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<sup>404</sup> 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.).

<sup>404</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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<sup>405</sup>, 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/m<sup>2</sup>. Nous rappelons qu'un ciel exceptionnellement sombre a une luminance zénithale de  $2,1.10^{-4}$  cd/m<sup>2</sup>, et qu'un ciel de bonne qualité a une luminance zénithale de  $4.10^{-4}$  cd/m<sup>2406</sup>. 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*

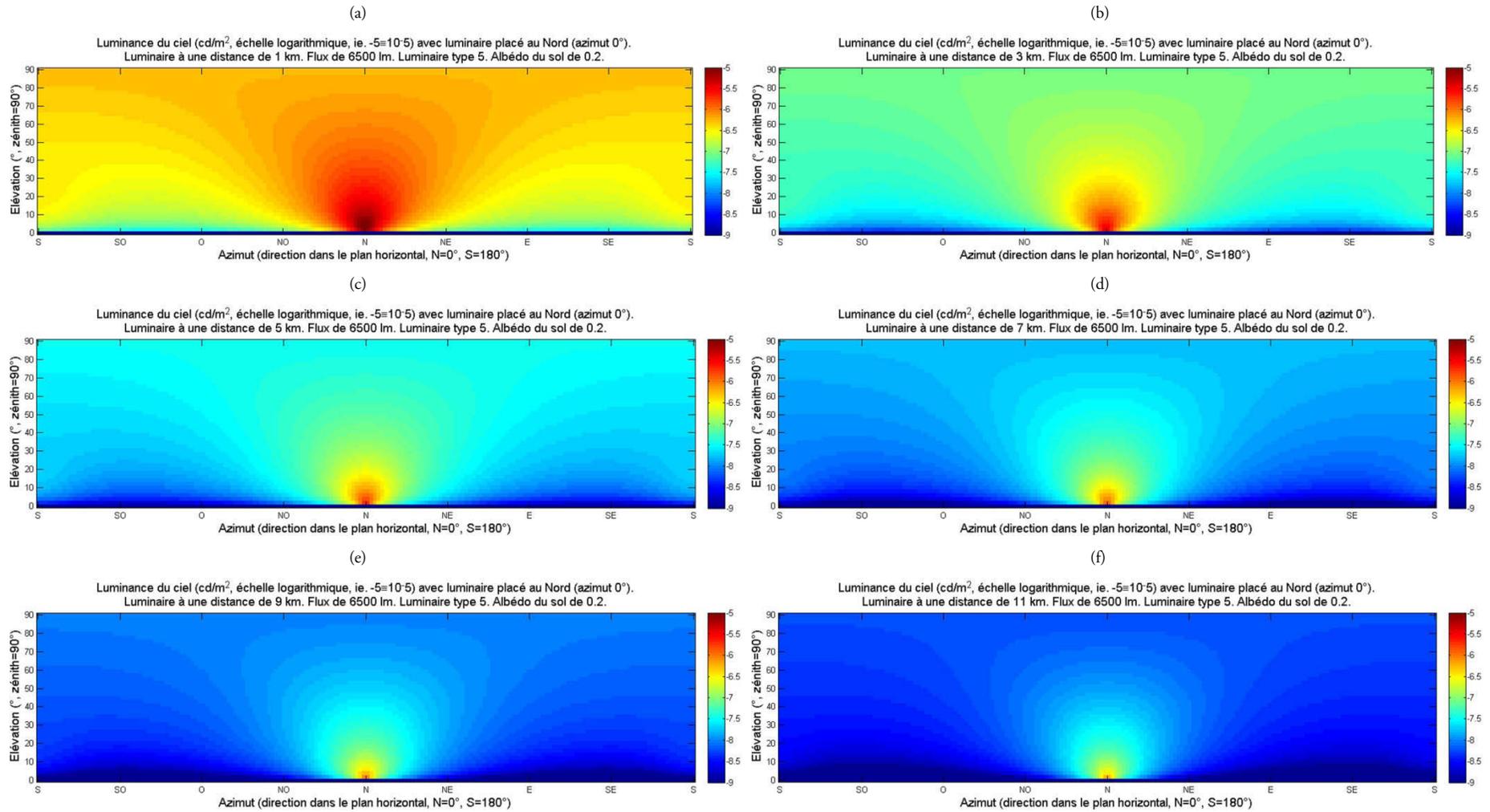
Le seul facteur sur lequel l'observateur peut jouer, en dehors de tout changement des paramètres techniques du luminaire, est sa position par rapport à la source de pollution, et plus spécifiquement la distance qui le sépare de celle-ci. La figure 44, donne les luminances pour six distances à la source 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).

<sup>405</sup> LOZI J., 2007, « Étude quantitative de la pollution lumineuse », LOZI J., BAK A., AZZAM E., FERACHOGLU 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.

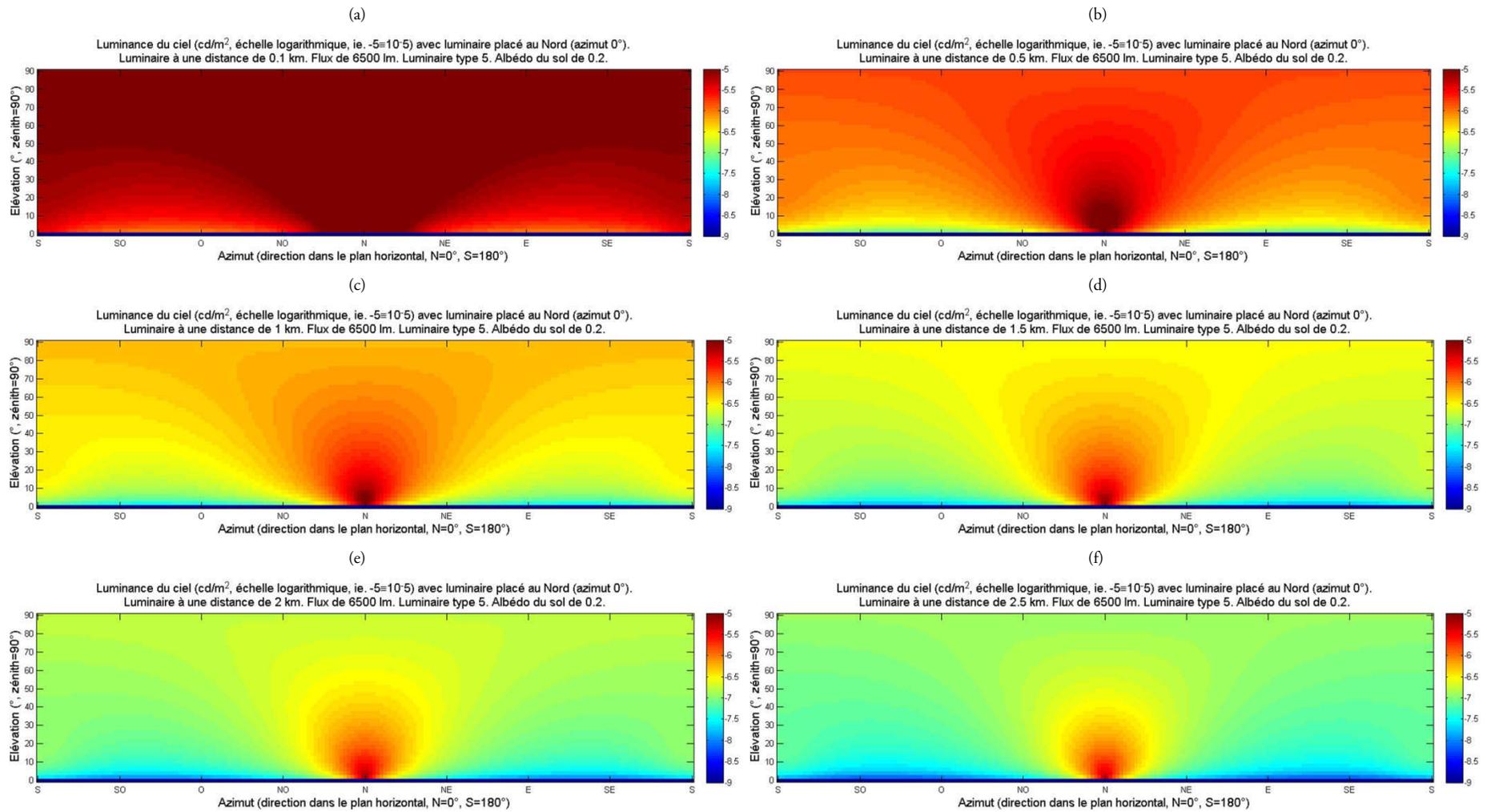
<sup>406</sup> CINZANO P., 1999, « Measuring Sky Brightness of Europe », *IDA Newsletter*, n° 39, p. 10.



**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).