

**Recommandations
pour la prévention
des émissions
lumineuses**



**Recommandations
pour la prévention
des émissions
lumineuses**

Ampleur, causes et conséquences
sur l'environnement

**Publié par l'Office fédéral
de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP
Berne, 2005**

Impressum

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEFP en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Les aides à l'exécution de l'OFEFP (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Editeur

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
L'OFEFP est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Georg Klaus, Bruno Kägi, René L. Kobler, Katja Maus, Antonio Righetti

Référence

KLAUS, G., KÄGI, B., KOBLER, R. L., MAUS, K., RIGHETTI, A. 2005: Recommandations en vue d'éviter les émissions lumineuses. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 37 p.

Conseiller OFEFP

Bruno Kägi, Antonio Righetti

Traductions

Tatiana Kolly

Graphisme, mise en page

Hanspeter Hauser, AVD, Berne

Photo couverture

René L. Kobler, Liestal

Photos dans le text

Corel (S. 22), DAS (S. 10, h), G. Eisenbeis (S. 18, 33), A. Haenel (p. 25), H.P. Hauser (p. 17, h), Hemera (p. 8), B. Kägi (p. 11, b / 14, b), Chr. Körner (p. 21), N. Litzistorf, Equiterre (p. 32), S. Meister (p. 16, h et b), Plan Lumière (36), RSGB/NOAA (p. 12, h), Verein pro Chiroptera (p. 20), B. Walser (p. 19), R.L. Kobler (toutes les autres photos)

Commande

OFEFP, Documentation, CH-3003 Berne
Fax +41 (0) 31 324 02 16
docu@buwal.admin.ch
www.buwalshop.ch

Numéro de commande et prix

VU-8010-F / gratuit

Cette publication est également disponible en allemand et italien (VU-8010-D, VU-8010-I).

Téléchargement du fichier PDF

<http://www.buwalshop.ch>

Abstract (F)

La lumière artificielle fait reculer toujours davantage l'obscurité. S'il faut se féliciter de la sécurité accrue qui en résulte en de nombreux cas, on constate aussi des effets dommageables: la contemplation du ciel nocturne n'est plus possible en maints endroits, l'habitat des animaux nocturnes est perturbé, avec des conséquences mortelles pour un grand nombre d'entre eux, le rythme circadien et le système endocrinien de l'homme et des animaux subissent des influences négatives. La lumière dispersée inutilement constitue un gaspillage d'énergie et nous prive des émotions que procurent l'ambiance d'un paysage nocturne plongé dans l'ombre. Cette publication formule des recommandations sur la façon de remédier aux effets négatifs des émissions lumineuses par des solutions techniques ou des garde-fous juridiques, et d'enrayer du même coup un gaspillage inutile d'énergie électrique, sans toutefois réduire la sécurité dont nous avons besoin.

Mots-clés

Effets des émissions lumineuses sur la nature, le paysage et l'homme, lumière artificielle, paysage nocturne, recommandations pour éviter les émissions de lumière indésirables.

Abstract (D)

Die Dunkelheit wird von Kunstlicht immer mehr verdrängt. Dies mag an vielen Orten die Sicherheit erhöhen, verunmöglicht jedoch mancherorts die ungetrübte Beobachtung des Sternenhimmels. Das Kunstlicht beeinträchtigt die Lebensräume nachtaktiver Tiere – mit teilweise tödlichen Folgen für unzählige Lebewesen. Es beeinflusst zudem zirkadiane und endokrine Systeme von Mensch und Tier negativ, führt zu Energieverschwendung durch Lichtabfall und stumpft uns Menschen gegenüber den visuellen Werten der natürlich intakten Nachtlandschaft ab. Diese Publikation gibt Empfehlungen ab, wie auf technischer Ebene die negativen Wirkungen von Lichtemissionen entschärft werden können. Sie zeigt im Weiteren auf, wie sich mit rechtlichen Schranken ohne Abstriche am menschlichen Sicherheitsbedürfnis unnötige Beleuchtungsanlagen unterbinden lassen, die kostbare Energie verschwenden.

Keywords

Stichwörter: Empfehlungen zur Vermeidung von unerwünschten Lichtemissionen, Kunstlicht, Landschaft und Mensch, Nachtlandschaft, Wirkungen von Lichtemissionen auf Natur.

Abstract (I)

L'oscurità sta sempre più cedendo il passo alla luce artificiale. In molti luoghi questo fenomeno contribuisce ad aumentare la sicurezza, ma sovente impedisce di osservare il cielo stellato. La luce artificiale inoltre riduce la qualità degli habitat di specie animali attive di notte, con conseguenze in parte mortali per numerose specie. Oltre a questi effetti ha un impatto negativo sul ritmo circadiano e sul sistema endocrino dell'uomo e degli animali, determina uno spreco d'energia a causa del flusso luminoso disperso e, non da ultimo, rende gli esseri umani meno sensibili ai valori estetici del paesaggio naturale notturno. La presente pubblicazione fornisce raccomandazioni per ridurre tecnicamente gli effetti negativi delle emissioni luminose. Inoltre mostra come, senza pregiudicare l'esigenza di sicurezza umana, mediante barriere giuridiche si possa impedire l'installazione di impianti di illuminazione che sprecano una risorsa preziosa come l'energia elettrica.

Parole chiave

Effetti delle emissioni luminose sulla natura, sul paesaggio e sull'uomo, luce artificiale, paesaggio notturno, paesaggio ed esseri umani, raccomandazioni per prevenire le emissioni luminose indesiderate.

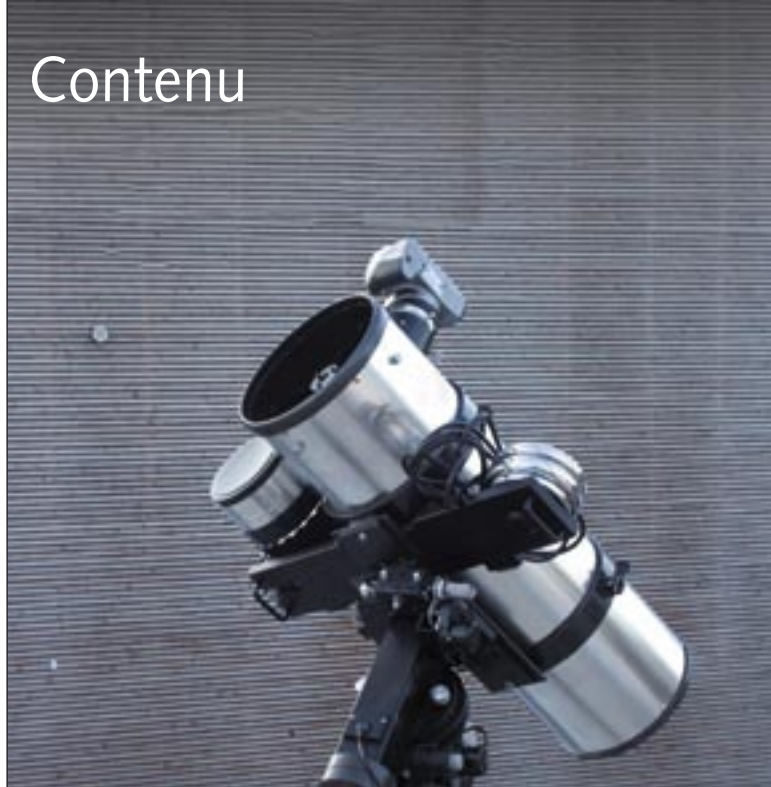
Abstract (E)

Darkness is being increasingly replaced by artificial light. Though this results in safety improvements in many places, it also makes clear observation of the night sky impossible and the habitats of nocturnal animals are adversely affected, some-times with fatal consequences for countless organisms. Furthermore, negative effects on the circadian and endocrine systems of man and animals alike have been reported, the human senses to the visual qualities of the naturally intact nocturnal landscape are dulled and energy is wasted due to light spill. This publication contains recommendations as to how the negative effects of light emissions can be reduced at the technical level. It also gives indications how statutory provisions at the local authority level can prevent unnecessary and costly lighting installations which waste electrical energy.

Keywords

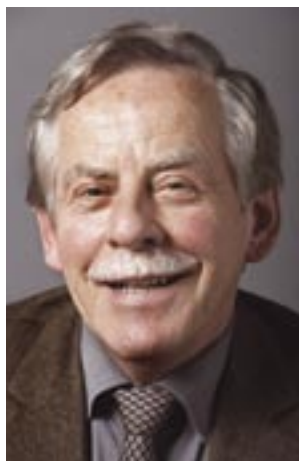
Keywords: artificial light, effects of light emissions on nature, landscape and man, night landscape, recommendations on reducing unwanted light emissions

Contenu



	Avant-propos	6
	Résumé	7
1	Les émissions lumineuses, un problème environnemental nouveau	10
2	Causes et ampleurs des émissions lumineuses	12
3	Les conséquences des émissions lumineuses	15
3.1	Une contemplation perturbée de la nature	15
3.2	Les émissions lumineuses troublent la vue	16
3.3	Santé et bien-être	17
3.4	Conséquences pour la faune et la flore	17
4	Bases légales	22
4.1	Bases légales au niveau fédéral	22
4.2	Exemples de dispositions légales dans les cantons et les communes	23
4.3	Exemples de dispositions légales à l'étranger	24
5	Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses	25
5.1	Des solutions possibles sur le plan légal	25
5.2	Solutions envisageables sur le plan technique	26
5.2.1	Objectifs principaux et groupes cibles	26
5.2.2	Planification	26
5.2.3	S'interroger sur les besoins	28
5.2.4	Mesures techniques	29
5.2.5	Orientation des luminaires	31
5.2.6	Emplacement des luminaires	33
5.2.7	Intensité et qualité de la source lumineuse	33
5.2.8	Modulation de la durée d'éclairage	33
5.2.9	Aperçu des recommandations	34
5.2.10	Trois exemples de mise en pratique	35
6	Pour en savoir plus: bibliographie et liens internet	37

Avant-propos



L'éclairage artificiel des espaces extérieurs est devenu indispensable à notre civilisation. Synonyme de sécurité et de bien-être, il nous offre des possibilités tout à fait impensables il y a une centaine d'années. Mais l'accroissement des émissions lumineuses s'accompagne aussi d'effets indésirables. En effet, une part importante de la lumière émise par des lampes mal installées déborde dans le milieu naturel. Résultat: L'obscurité nocturne régresse à vue d'œil, la vue sur les étoiles est voilée. Le ciel étoilé, bien culturel immémorial, « disparaît » lui aussi, et le rythme de veille et de sommeil des êtres vivants est perturbé. Les conditions de vie des animaux nocturnes changent radicalement. Les insectes attirés par les sources lumineuses artificielles et qui vont s'y brûler ne représentent que la pointe de l'iceberg. Les exemples ne manquent pas pour illustrer l'influence dommageable de la lumière artificielle sur de nombreuses espèces appartenant à tous les groupes d'animaux. Les émissions lumineuses sont devenues un réel danger – un de plus – pour la diversité des espèces et elles incommodent jusqu'à l'être humain.

La présente publication de l'OFEFP s'appuie sur l'article 25a de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et l'article 6 de la loi fédérale sur la protection

de l'environnement (LPE) pour proposer une ligne de conduite visant à éviter les émissions lumineuses inutiles. Il ne s'agit nullement de revenir à des villes sombres; l'éclairage nécessaire doit être assuré. Mais il convient de ne pas négliger les besoins de la nature et la santé des êtres humains.

Comme dans les autres domaines environnementaux, le principe du développement durable doit guider la conduite à adopter en matière d'éclairage extérieur. Ce principe est inscrit à l'article 73 de la Constitution fédérale. Un éclairage est conforme aux principes du développement durable s'il satisfait à la fois les besoins de la société, de l'économie et de l'écologie, sans hypothéquer les possibilités de développement des générations futures.

Avec la présente publication, c'est un premier pas qui s'accomplit vers ce futur. Les prochains consisteront notamment à élaborer des normes. Il incombera à d'autres acteurs de prendre les initiatives dans ce sens.

Enrico Buergi,
chef de la division nature et paysage



À l'instar de la nature à l'état vierge, l'obscurité nocturne se voit confinée dans des espaces de plus en plus restreints de par le monde. En Europe surtout, les régions où l'obscurité nocturne règne encore sur de vastes espaces se sont faites rares. L'homme est en passe de transformer la nuit en jour. À peine le ciel commence-t-il à s'assombrir que des millions de lumières s'allument. L'atlas mondial du ciel nocturne illuminé artificiellement démontre qu'un cinquième de la population mondiale – dont la moitié des habitants d'Europe occidentale – n'arrive plus à discerner la Voie lactée à l'œil nu. Depuis plusieurs années, les émissions lumineuses augmentent de façon exponentielle à l'échelle planétaire. Tout est éclairé, illuminé, rendu visible. Les émissions lumineuses entraînent une modification radicale du milieu qui nous entoure. Les effets négatifs sur la nature et l'environnement sont nombreux:

- Effacement du paysage nocturne naturel et de l'espace au-dessus de nous, avec pour conséquence l'occultation du ciel étoilé (aspects culturel et paysager).

- Influences sur les systèmes circadiens et endocriniens de l'homme et de l'animal (aspects médical et biologique).

- Atteintes aux habitats des animaux nocturnes pouvant avoir des conséquences fatales

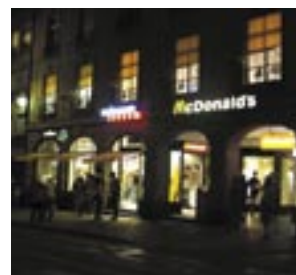
pour nombre d'entre eux (aspects éthique et écologique).

- Accroissement de la gêne ressentie par l'être humain dans les zones habitées en raison de l'éblouissement et de l'illumination de l'espace (aspects physiologique et psychologique).

- Gaspillage d'énergie dû à un éclairage inutile (aspects technique et énergétique).

- Affaiblissement et aliénation des émotions que fait naître en nous l'ambiance naturelle d'un paysage de nuit et accoutumance à l'excès incontrôlé de lumière (aspects esthétique et émotionnel).

La présente publication expose l'ampleur, les causes et les conséquences de la pollution de l'environnement par des émissions lumineuses indésirables. Elle formule des recommandations et suggère des pistes pour éviter ces émissions sans devoir renoncer au confort et à la sécurité. Les recommandations s'adressent en premier lieu aux propriétaires, exploitants, concepteurs (architectes et planificateurs de projets électriques en particulier) et fabricants de dispositifs d'éclairage extérieur, aux services de protection de la nature, du paysage et de l'environnement, ainsi qu'aux autorités accordant des autorisations aux échelons communal, cantonal et fédéral. Ce document doit





L'éclairage extérieur de l'espace construit doit être adapté aux besoins de l'homme, de la nature et du paysage.

aussi contribuer à sensibiliser la population au problème.

Les recommandations formulées ici obéissent à un principe simple: la lumière n'est nécessaire que là où l'homme en a besoin. Une lumière dirigée vers le ciel ou sur des habitats sensibles d'un point de vue écologique ne sert à personne, mais elle entraîne une consommation d'énergie inutile, porte atteinte à des êtres vivants et dévalue la relation au paysage. En particulier, les aspects suivants entrent en ligne de compte:

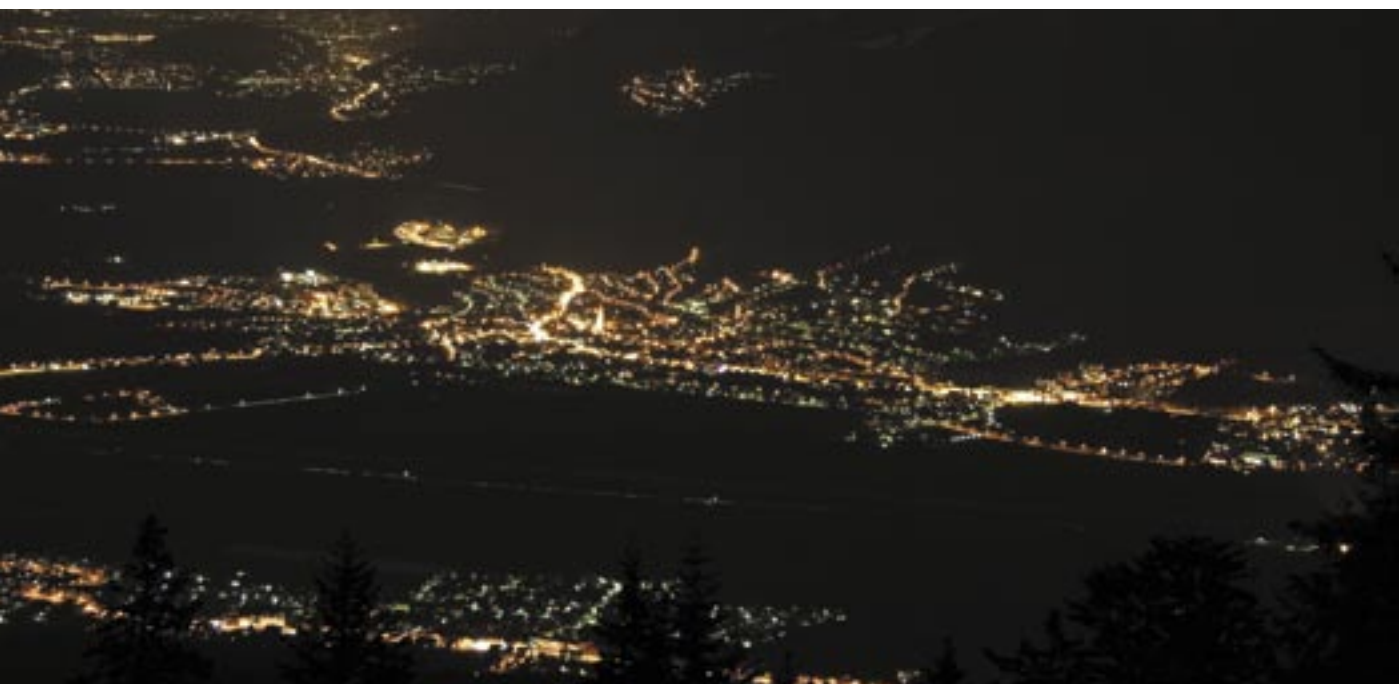
- **Nécessité de l'éclairage:** Dans de nombreux cas, la nécessité d'une lampe extérieure peut être remise en question, notamment si elle entraîne un double éclairage. En cas de modifications apportées à des bâtiments, l'on veillera à supprimer les éclairages devenus superflus.

- **Mesures techniques:** Les corps lumineux doivent être munis d'écrans afin de canaliser la lumière vers le point à éclairer. L'installation d'écrans et de dispositifs optiques (miroirs, réflecteurs) dans les boîtiers des lampes permet d'obtenir cet effet. Les lampes

présentant un angle de diffusion réduit sont particulièrement appropriées. Par ailleurs, les objets ne doivent pas être illuminés plus fortement que nécessaire. Un éclairage tamisé donne souvent un meilleur résultat. En outre, on utilisera les corps lumineux qui émettent le moins possible de lumière à ondes courtes. Les lampes à vapeur de sodium à haute pression et surtout les lampes à vapeur de sodium à basse pression sont relativement inoffensives pour les insectes et consomment beaucoup moins d'énergie. C'est pourquoi elles doivent être considérées comme particulièrement respectueuses de l'environnement.

- **Orientation et disposition des lampes:** Par principe, toute lampe doit être dirigée vers le sol. Les réverbères, en particulier, doivent être placés de sorte à ne pas diffuser de lumière dans l'environnement ni dans les milieux écologiquement sensibles.

- **Limitation de la durée d'éclairage:** Un usage de l'éclairage dans le respect de l'environnement implique l'installation de minuteries. Ces dispositifs permettent au moins de réduire l'intensité de l'éclairage à certaines



heures de la nuit (de la même façon que pour la protection contre le bruit, où des valeurs limites plus basses sont applicables entre 22 heures et 6 heures). Dans les zones écologiquement sensibles, l'éclairage devrait être totalement éteint après 22 heures – pour autant que les prescriptions de sécurité le permettent.

- **Mesures supplémentaires:** Ne seront utilisées que les lampes comportant une isolation qui empêche insectes et araignées de pénétrer à l'intérieur. Si le sol est fortement éclairé, l'on veillera à éviter que son revêtement soit de couleur claire, voire réfléchissante. Il faut choisir un système d'éclairage simple et sûr à entretenir, difficilement accessible aux passants. En outre, l'on n'utilisera que des corps lumineux ayant une longue durée de vie et une faible consommation d'énergie.

Réduire les émissions lumineuses ne présente aucun inconvénient pour l'homme et la nature, mais les avantages de la démarche sont nombreux:

- **Gain économique:** Toute la lumière émise dans l'espace et l'atmosphère est inutilisée. Qui dit réduction des émissions, dit réduction de la consommation d'énergie et, par conséquent, réduction des coûts.

- **Gain écologique:** Un éclairage extérieur bien réfléchi, qui laisse la place au calme et à la régénération nocturne, est important pour conserver et améliorer la qualité de vie de l'homme, de la flore et de la faune.

- **Gain architectural:** Des espaces extérieurs trop clairs limitent fortement l'aménagement lumineux. La mise en valeur d'un ouvrage par de l'éclairage artificiel requiert un environnement sombre, sans quoi le contraste est insuffisant.

- **Gain esthétique:** Nous sommes sur le point de perdre une beauté naturelle qui fascine l'homme depuis toujours: la vue parfaite

d'un ciel étoilé. Une réduction des émissions lumineuses nous permettrait d'admirer le paysage nocturne naturel dans toute son authenticité.

Actuellement, la mise en œuvre des recommandations ne peut se baser que sur de rares expériences. L'enjeu est d'autant plus grand pour les architectes, les concepteurs et les fabricants de lampes. Ces derniers, en particulier, peuvent réagir contre les émissions lumineuses indésirables en développant des technologies nouvelles, respectueuses de l'environnement. L'introduction d'un label pour les lampes respectueuses de l'environnement est également envisageable.



1 Les émissions lumineuses, un problème environnemental nouveau



Quand avez-vous vu la Voie lactée pour la dernière fois ?

La protection de l'environnement en général, et celle de la nature et du paysage en particulier, ont remarquablement progressé ces quinze dernières années. Des conventions internationales et la révision de la loi sur la protection de l'environnement en 1995 ont entraîné des mesures de protection plus strictes dans de nombreux domaines. La pollution atmosphérique a largement reculé, l'eau de nombreux lacs et rivières est redevenue de bonne qualité, les mesures de protection de la flore et de la

faune se sont améliorées. La pollution de l'air et des eaux ou la mise en réseau du paysage font désormais partie du vocabulaire courant et la pollution de l'environnement par le bruit est prise au sérieux par les scientifiques et les psychologues. Et pourtant, une nouvelle forme de pollution est apparue ces dernières années: la « pollution lumineuse » de la nuit. Les astronomes du monde entier, gênés dans leurs observations par les émissions lumineuses des agglomérations, ont tiré la sonnette

Le triomphe de la lumière

La première ampoule électrique utilisable a été inventée en 1854 par Heinrich Goebel. Cet horloger et inventeur allemand immigré à New York fit fondre un filament de bambou carbonisé dans une bouteille où il avait créé le vide d'air et généra le courant au moyen d'une pile zinc-charbon. Pour la première fois, on produisait de la lumière sans flamme vive. En 1879, Thomas Edison inventait l'ampoule à filament de carbone. La lumière nocturne avait commencé son ascension triomphale.

Au début, l'éclairage de l'espace public avait pour seul but d'assurer la sécurité de la population. De nombreuses localités suisses étaient déjà approvisionnées en courant électrique au début du XXe siècle. Toutes les maisons ne furent pas raccordées au réseau dans un premier temps, mais la situation changea durant la Première Guerre mondiale, alors que le pétrole importé était rare et que l'électricité pouvait être produite dans le pays par l'énergie hydraulique. Grâce au tarif de nuit – relativement bon marché – et aux progrès techniques réalisés dans le domaine des lampes extérieures, la lumière électrique permet aujourd'hui de rendre n'importe quel espace aussi clair qu'en plein jour.



L'ascension triomphale de l'ampoule a commencé il y a 150 ans seulement.

d'alarme il y a longtemps déjà. Nous nous protégeons des gaz d'échappement, du bruit et des déchets, rappellent sans répit, mais pas de la lumière. Il est vrai que l'air, le sol et l'eau sont des biens vitaux qu'il s'agit de protéger, contrairement au ciel étoilé. D'où le (trop) peu d'attention accordée aux émissions lumineuses, pourtant en constante augmentation.

À première vue, les émissions lumineuses ne retiennent pas l'attention. Pendant longtemps, elles n'ont guère dérangé. Lors d'un sondage d'Infratest datant des années 1980, seules 2,4% des personnes interrogées se sont dites gênées par la lumière artificielle. Mais l'opinion a changé ces dernières années. Un nombre croissant d'initiatives et d'organisations sensibilisent la population aux conséquences d'un éclairage nocturne excessif pour la nature et l'environnement.



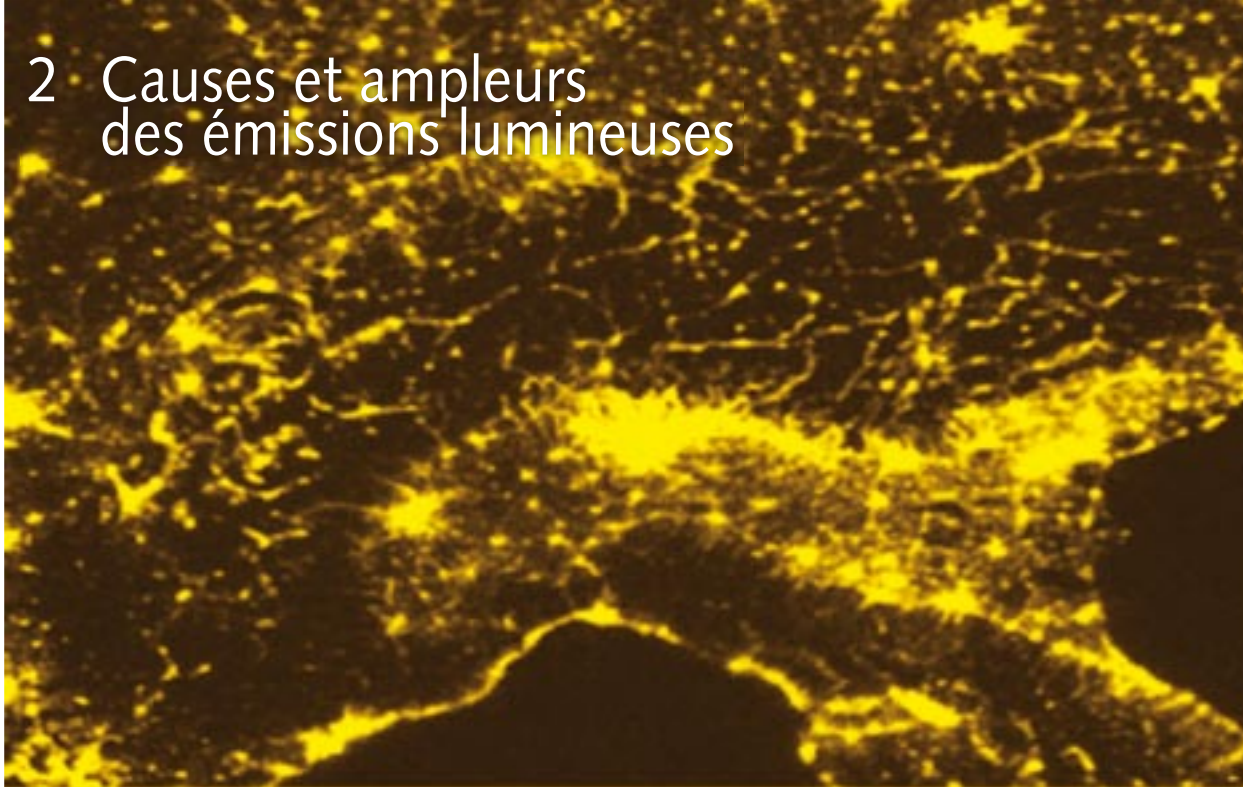
De plus en plus, le paysage nocturne naturel est dominé et effacé par la lumière artificielle. Les émissions lumineuses empêchent de voir les étoiles et sont aussi devenues un problème environnemental qui doit être pris au sérieux.



« Pollution lumineuse » ou « émissions lumineuses » ?

Depuis quelques années, on parle de plus en plus des conséquences de la lumière artificielle pour l'environnement. Le terme de « pollution lumineuse » s'est imposé dans la plupart des cas. L'expression marque, mais elle peut prêter à confusion. Il s'agit en fait de la traduction littérale du terme « light pollution » qui, en anglais, peut donner l'impression que c'est la lumière qui est polluée. Or c'est la lumière elle-même qui est à la source de la pollution. La problématique repose sur le fait que la lumière est produite à l'excès et qu'elle devient de plus en plus gênante dans l'environnement et le milieu naturel. C'est pourquoi la présente publication parle de « émissions lumineuses » (dommageables ou indésirables).

2 Causes et ampleurs des émissions lumineuses



Cette image réalisée à partir de photos satellite met en évidence l'éclairage nocturne permanent sur la Terre.

Contrairement à d'autres domaines de l'environnement tels que le sol, l'eau ou l'air, pour lesquels il est souvent difficile de déterminer avec exactitude les sources d'émission de polluants, l'origine de la lumière est facilement et clairement identifiable: toute source de lumière artificielle est potentiellement émettrice de lumière indésirable.

La pollution lumineuse croissante est un processus insidieux. Des scientifiques ont réalisé un atlas mondial du ciel nocturne illuminé artificiellement, qui démontre l'ampleur déjà atteinte par les émissions lumineuses (cf. photo). Des images satellite ont permis de calculer que deux tiers de la population mondiale

et 99% des habitants d'Europe occidentale et d'Amérique du Nord vivaient dans des régions où le ciel n'est jamais vraiment noir. Il arrive même souvent que la clarté soit telle qu'on se croirait au crépuscule. Cette situation a pour conséquence qu'un cinquième de la population mondiale – dont la moitié des habitants d'Europe occidentale – ne peut plus discerner la Voie lactée à l'œil nu. Selon les indications des scientifiques, il n'y a plus en Suisse un seul kilomètre carré de ciel nocturne qui soit encore aussi noir qu'à l'état naturel. Et le ciel de métropoles telles que Paris, Londres ou Madrid est au moins 27 fois plus clair qu'un ciel nocturne normal.

Les émissions lumineuses vont très certainement augmenter encore. Rien qu'entre 1983 et 1995, la superficie occupée par les zones construites et l'industrie – et, par conséquent, illuminée par les réverbères et autres dispositifs d'éclairage extérieur – a augmenté de 327 km²

La Suisse vue de nuit. À l'aide de photos satellite, on a pu représenter sur cette carte l'ampleur des émissions lumineuses en Suisse. C'est surtout au-dessus du Plateau et des grandes villes que le ciel est fortement éclairé.



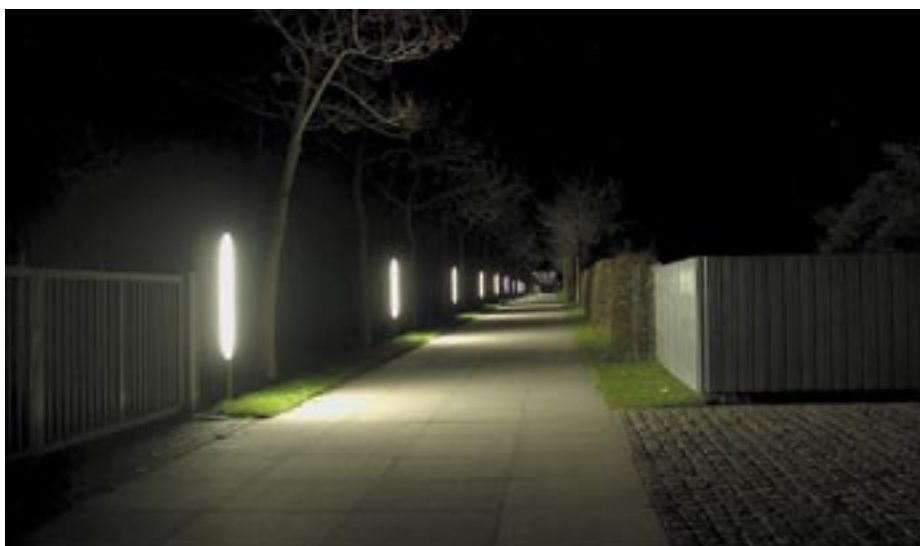
Les niveaux correspondent à une perte de magnitude (en magnitude V).

■ < 0,1	■ 0,6 – 0,8	■ 1,4 – 1,6
■ 0,1 – 0,2	■ 0,8 – 1,0	■ 1,6 – 1,8
■ 0,2 – 0,4	■ 1,0 – 1,2	■ 1,8 – 2,0
■ 0,4 – 0,6	■ 1,2 – 1,4	■ > 2,0

(soit 13,3%) en Suisse. Actuellement, les nouvelles constructions poussent au rythme de 0,9 m² par seconde. Mais la surface éclairée n'est pas la seule à augmenter constamment; l'intensité des émissions s'accroît elle aussi. En effet, les lampes modernes éclairent bien plus, à consommation égale, que les lampes plus anciennes. En outre, depuis plusieurs décennies, la lumière artificielle ne se limite plus à l'éclairage des routes et des chemins. Une véritable épidémie sévit depuis trente ans. Les maisons sont inondées de lumière comme si elles étaient des décors de théâtre; on illumine arbres, jardins et pistes de ski; les panneaux

publicitaires clignotent jusqu'au petit matin et le ciel nocturne est traversé d'effets de lumière. Partout, on cherche des idées pour illuminer ce qui ne l'est pas encore. La course au plus fort éclairage est lancée, puisque c'est désormais la seule façon de se faire remarquer. Selon des estimations scientifiques, les émissions lumineuses devraient augmenter chaque année de 6% en Allemagne et de 10 à 12% en Italie par exemple. Des études italiennes ont d'ailleurs démontré que les émissions lumineuses avaient décuplé en trente ans, alors que la population n'a guère augmenté.

Que veut nous dire le propriétaire de cette maison inondée de lumière ?



En haut à gauche: Ces dispositifs d'éclairage devenus très courants illuminent surtout le ciel...

Ci-contre: Ce type d'éclairage éblouit et diffuse la majeure partie de la lumière dans des zones où elle n'est pas nécessaire.



Le transfert des activités humaines dans le milieu naturel marque profondément le paysage. Un exemple en est donné par les pistes de ski nocturne illuminées ou, comme ici, par l'éclairage des installations d'enneigement. Le principe de l'aménagement du territoire, qui vise à conserver les zones naturelles non construites, est aussi valable la nuit.



Ski de nuit: Les nouvelles possibilités d'éclairage modifient jusqu'à notre comportement pendant les loisirs.



L'éclairage de cette route gêne les piétons bien plus qu'il ne les protège.

Bon nombre de lampes extérieures ont pour but d'augmenter la sécurité. Objets et personnes sont plus facilement identifiables, les sources de danger sont repérées à temps, les actes criminels sont évités grâce aux systèmes d'éclairage équipés de détecteurs de mouvements. Mais la certitude de bien voir peut aussi engendrer une prise de risque accrue; l'homme n'adapte plus son comportement à la situation, en l'occurrence à l'obscurité. Le double éclairage – le long des routes et sur les façades – ou l'éclairage de bon nombre de routes et immeubles entre deux et cinq heures du matin ne sont guère, eux non plus, des gages de sécurité.

L'éclairage de cette route gêne les piétons bien plus qu'il ne les protège.

3 Conséquences des émissions lumineuses



Paysage nocturne pollué par la lumière près de l'observatoire de Binnggen (BL). Seuls quelques objets astronomiques sont encore visibles.

Pour l'être humain, la lumière est surtout positive. Le soleil nous met de bonne humeur; la lumière crée de l'ambiance. C'est particulièrement vrai en période de Noël. L'éclairage urbain confère un sentiment de sécurité. Les places de stationnement réservées aux femmes, par exemple, sont spécialement éclairées. La lumière est aussi utilisée dans le domaine médical, notamment pour soigner les dépressions hivernales. Les statistiques démontrent en outre que les patients des hôpitaux se rétablissent plus rapidement lorsque leur chambre donne du côté ensoleillé. La lumière artificielle est donc synonyme de progrès, de bien-être et de prestige.

C'est sans doute en raison de cette connotation positive que seules quelques études sur les conséquences des émissions lumineuses excessives pour l'environnement et le milieu naturel ont été menées de par le monde. Les premiers scientifiques à s'inquiéter des effets secondaires de la lumière artificielle furent les astronomes, qui doivent avoir une vue parfaite du ciel, et pour qui l'observation des étoiles se compliquait à vue d'œil. Depuis, les astronomes ont reçu le soutien de biologistes et de médecins, tant il est vrai que la fusion du jour et de la nuit n'est un bienfait ni pour l'homme, ni pour les animaux, ni pour les plantes.

3.1 Une contemplation perturbée de la nature

Depuis des millénaires, le firmament nocturne inspire poètes et penseurs. La lumière naturelle émise par le soleil, la lune et les étoiles est un élément essentiel du paysage. La Conception « Paysage suisse » (CPS) définit le paysage comme « [résultant] de la jonction de facteurs naturels en constante évolution, tels que le sous-sol, le sol, l'eau, l'air, la lumière, le climat, la faune et la flore, et de leur interaction avec des facteurs culturels, sociaux et économiques ». Grâce à la lumière des astres, l'homme peut contempler le paysage la nuit. Le crépuscule et l'obscurité modifient de manière naturelle la perception du paysage. Cette diversité optique éveille les organes sensoriels de façon très particulière et offre d'autres impressions que la lumière du jour. L'éclairage artificiel, par contre, détourne notre attention de ces phénomènes naturels et affecte notre perception. Le ciel du Plateau suisse, par exemple, est tellement illuminé que seules quelques dizaines d'étoiles – parmi les deux mille qui seraient visibles à l'œil nu – sont perceptibles. La fascination pour l'univers se perd dans un flot de lumière. Il s'agit bel et bien d'une perte culturelle. L'obscurité nocturne doit être préservée en particulier dans les endroits où le spectacle du paysage noc-

Paysage nocturne dans l'obscurité naturelle. La voûte céleste fait aussi partie du paysage.





La majeure partie de la lumière émise par ce projecteur, qui illumine l'église depuis le sol, passe à côté du but. Ces faisceaux entravent considérablement le travail des astronomes de l'observatoire de Bülach.

En bas à droite:
L'observatoire de Bülach a été inauguré le 22 septembre 1983.

Ci-dessous: Naissance d'une nouvelle étoile. Ce genre d'observation n'est possible que dans un ciel noir.

turne joue un rôle considérable, par exemple dans les parcs naturels et nationaux, dans les zones protégées et dans les districts francs, ou encore dans les régions touristiques.

3.2 Les émissions lumineuses troublent la vue

Les phénomènes de l'univers sont observés depuis la Terre depuis 5000 ans déjà. La découverte de nouveaux pays et continents aurait été impossible sans l'astronomie. Le télescope spatial « Hubble » permet aux astronomes de voir toujours plus loin dans l'univers. Pour ceux qui travaillent avec les télescopes stationnaires installés sur Terre, par contre, les conditions d'observation se détériorent

parce que les observatoires sont de plus en plus soumis à l'influence des halos lumineux qui inondent les grandes villes ou qu'ils sont gênés par d'autres émissions lumineuses. Les étoiles dont la lumière est moins intense, surtout, ne sont plus guère visibles. C'est pourquoi, à partir des années 1950, de nombreux grands observatoires ont été construits dans des régions isolées et peu peuplées, comme au Chili, à Hawaï ou encore sur les îles Canaries. Les astronomes professionnels mais aussi le grand nombre d'amateurs qui entendent poursuivre leurs observations dans des régions plus densément peuplées exigent depuis longtemps que soient créées autour de leurs observatoires des « zones de protection » où l'utilisation de grands projecteurs serait interdite.

L'observatoire de Bülach: de tristes perspectives

Les observatoires de Suisse éprouvent de plus en plus de difficultés à observer le ciel nocturne et à en prendre des photos. L'observatoire de Bülach (ZH) n'est pas épargné. Situé sur une colline à deux kilomètres environ à l'est de Bülach, il est touché par les émissions lumineuses de cette ville de 14 000 habitants qui éclaircissent trop le ciel en direction de l'ouest. Le ciel est relativement sombre vers le nord – Schaffhouse est à une vingtaine de kilomètres – mais les observations dans cette direction sont limitées par le fait que, n'ayant pas de coupole, l'observatoire dispose d'un toit ouvrant qui se replie vers le nord. Vers l'est, il y a la ville de Winterthur, à treize kilomètres à vol d'oiseau. Le ciel est légèrement orangé la plupart du temps. Au sud, c'est le halo lumineux de l'aéroport de Zurich-Kloten, à sept kilomètres, où le ciel est toujours clair comme en plein jour. Et à quinze kilomètres se trouve la ville de Zurich. La vue sur le ciel en direction du sud est donc considérablement entravée. Ce n'est que quelques jours par an – en hiver, quand seul l'observatoire émerge du brouillard – que les astronomes peuvent saisir l'occasion d'observer un ciel parfaitement noir.



3.3 Santé et bien-être

La lumière peut devenir dérangement quand on ne l'attend ou ne la souhaite pas. En général, nous ressentons comme gênante une lumière directe émanant d'une source placée à hauteur d'homme ou plus basse. On l'éprouve par exemple lorsqu'on est ébloui par une source lumineuse installée au niveau du sol. Des changements importants de la densité de l'éclairage provoquent également une gêne et une surcharge visuelles. Nous ressentons alors souvent comme désagréable, voire incommode, toute lumière vive émise par des sources ponctuelles ou toute lumière en mouvement, tremblotante ou scintillante.

Les réverbères qui éclairent jusqu'aux salles de séjour et aux chambres à coucher peuvent gêner, tout comme la lumière diffusée hors des zones habitées. Les sources artificielles de lumière vive peuvent aussi déranger les gens qui travaillent la nuit et ne peuvent échapper à la lumière sur le chemin de retour. Elles mettent ces personnes en situation d'éveil, alors qu'elles s'apprêtent à aller dormir. La lumière est d'autant plus gênante qu'elle survient à un endroit ou à un moment inopportun.

Dans le domaine de la santé, les conséquences de l'homogénéisation du jour et de la nuit par la lumière artificielle n'ont encore guère été étudiées. Les scientifiques continuent d'affirmer que l'homme d'aujourd'hui n'a pas assez de lumière le jour et qu'il en a trop la nuit. Résultat: Son rythme de veille et de sommeil est perturbé. Comme les nuits sont trop claires et les postes de travail souvent trop sombres, l'horloge interne a tendance à retarder les phases de repos et, partant, l'endormissement, ce qui a des conséquences identiques à celles d'un décalage horaire.

Il y a aussi des indices toujours plus nombreux qui font présumer qu'une lumière diffusée au mauvais endroit au mauvais moment n'a pas des effets que sur le sommeil et le rythme cardiaque, mais qu'elle pourrait présenter un

risque sérieux pour la santé. Des études ont démontré que les femmes aveugles souffraient deux fois moins du cancer du sein que les femmes à la vision normale d'un groupe comparable. Des expériences réalisées en laboratoire avec des animaux ont révélé, il y a longtemps déjà, que la lumière artificielle avait des répercussions négatives sur la santé de ces derniers.

Lors d'un colloque organisé en 2002 à l'Université de Cologne, plusieurs scientifiques ont exposé d'autres indices laissant supposer qu'il pourrait exister un rapport entre une phase d'obscurité nocturne perturbée et l'apparition de cancers. Ils ont pu démontrer par exemple que les infirmières qui travaillaient souvent la nuit étaient davantage sujettes au cancer du sein. On suppose que la mélatonine joue un rôle important dans ce processus. Cette hormone corporelle, sécrétée uniquement la nuit par l'épiphyse, régule notre rythme de veille et de sommeil, nous permettant ainsi de nous reposer. Elle empêche également la sécrétion d'autres hormones. La mélatonine est aussi capable de neutraliser les substances agressives qui attaquent l'ADN (le matériel génétique) dans les cellules corporelles. C'est pourquoi une sécrétion perturbée de la mélatonine peut entraîner des dysfonctionnements de l'orga-



Le travail par équipes, un combat permanent contre l'horloge interne.

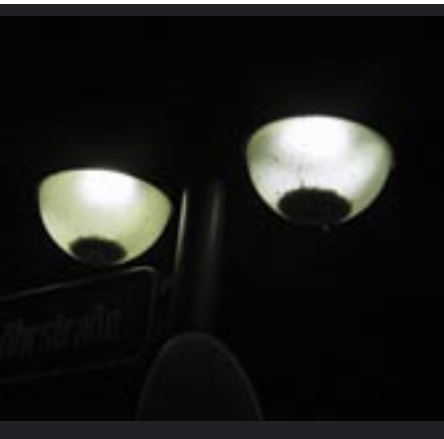
Les promeneurs nocturnes sont de plus en plus gênés par la lumière artificielle.



Les boîtiers de lampes non hermétiques sont une véritable fosse commune pour les insectes.

Ci-dessous: Lampes hémisphériques modernes, qui ne sont toutefois pas totalement hermétiques.

Au milieu: boîtier avec couvercle béant.



Le butin nocturne d'un projecteur encastré dans le sol.

nisme. C'est normalement entre deux et cinq heures du matin que la sécrétion est la plus haute. Comme la mélatonine est contrôlée par la luminosité reçue par les yeux, la lumière diffusée par exemple par un réverbère dans une chambre qui n'est pas suffisamment obscurcie empêche la sécrétion de l'hormone.

3.4 Les conséquences pour la faune et la flore

L'obscurité conditionne la vie de nombreuses espèces animales. Celles-ci se sont adaptées à l'alternance du jour et de la nuit au cours de l'évolution. Il existe donc des animaux diurnes et des animaux nocturnes, qui ont adapté leur comportement en fonction de l'éclairage de leur milieu. La lumière peut être considérée comme une horloge naturelle dont dépendent de nombreux processus vitaux. La présence ou l'absence de lumière, mais surtout le moment où la lumière survient, sont déterminants. Toute modification de la lumière naturelle par une source lumineuse artificielle peut donc avoir des conséquences écologiques, voire entraîner une réduction de la diversité des espèces. Sont particulièrement déterminants d'un point de vue écologique l'intensité lumineuse, la composition du spectre, le moment et la durée, la périodicité de l'éclairage ainsi que sa direction.

Toutes les conséquences écologiques de la lumière artificielle ne sont pas connues – et de loin. Il faut s'attendre à ce que les activités de recherche – de plus en plus nombreuses dans ce domaine – révèlent d'autres effets. Comme de nombreuses espèces animales réagissent beaucoup plus sensiblement que l'homme à la lumière artificielle, on peut supposer que les problèmes écologiques sont sous-estimés.

Insectes

Les insectes nocturnes (notamment les papillons de nuit, les neuroptères, les trichoptères et les coléoptères) sont attirés hors de leur habi-

tat naturel par la lumière artificielle – en particulier par la lumière d'une longueur d'ondes comprise entre 280 et 750 nanomètres. Des chercheurs ont compté en une nuit, sur une seule paroi illuminée d'une usine, pas moins de 100 000 insectes détournés de leur cycle de vie normal et qui, au lieu de chercher de la nourriture, de s'accoupler ou de pondre, gaspillaient leur énergie à tourbillonner autour des lampes. Ces animaux risquent de rester prisonniers du faisceau lumineux, de mourir d'épuisement, de se brûler aux lampes souvent extrêmement chaudes ou d'être des proies faciles pour leurs ennemis (chauves-souris, araignées et insectes prédateurs).

Les scientifiques estiment que durant les mois d'été, chaque réverbère tue 150 insectes par nuit en moyenne. Ce qui représente, pour les 6,8 millions de réverbères que compte l'Allemagne, un butin moyen de plus d'un milliard d'insectes par nuit! Extrapolé à toutes les sources lumineuses d'Allemagne, ce seraient plusieurs milliers de milliards d'insectes nocturnes qui perdraient ainsi la vie chaque année. Parmi les victimes se trouvent également des espèces menacées. Lors d'une étude relative à la force d'attraction de la lumière artificielle sur les insectes dans la ville de Kiel, au nord de l'Allemagne, les scientifiques ont dénombré 31 espèces de coléoptères qui figurent sur la Liste Rouge du Schleswig-Holstein. Les sources lumineuses pourraient ainsi entraîner une diminution permanente de la diversité des insectes. Pour les petites populations d'insectes menacés surtout, les conséquences pourraient être fatales. Personne, pourtant, ne semble s'intéresser au sort de ces petits êtres, la faute sans doute au peu de sympathie dont ils bénéficient auprès de la population. À tort, car les insectes (p. ex. les papillons de nuit) jouent un rôle important dans la fécondation des fleurs et constituent aussi la base alimentaire d'innombrables animaux. Les réverbères situés à proximité de rivières ou de plans d'eau sont particulièrement dévasta-

teurs pour les insectes. Les scientifiques ont démontré que durant les mois d'été, le nombre de larves (p. ex. de trichoptères) attirées par la lumière d'un réverbère en une seule nuit égalait le nombre d'œufs qui éclosent en 24 heures sur une rive de 22 mètres de long. Ce nombre est même largement dépassé durant les mois d'été particulièrement chauds.

Un seul réverbère peut attirer les insectes volant dans un rayon de 700 mètres. L'effet d'aspiration est énorme. Avec un écart moyen de 30 à 50 mètres entre chaque lampadaire, les routes éclairées représentent une barrière presque infranchissable pour les insectes. Les conséquences de cette fragmentation du paysage pour les espèces d'insectes n'ont cependant pas encore été étudiées.

Reptiles et amphibiens

Les conséquences de la lumière artificielle pour les tortues marines sont bien connues. Au moment de l'éclosion des œufs, qui a lieu de nuit sur les plages, les jeunes de ces espèces s'orientent vers la mer grâce à des stimuli visuels. La clarté de la mer – due à la réverbération de la lune et des étoiles – les attire vers l'eau, leur milieu vital. Comme les animaux vont instinctivement là où il fait le plus clair, la lumière artificielle des maisons situées de l'autre côté de la plage peut représenter un piège mortel. Sur de nombreuses plages de Floride, 95% des jeunes tortues avancent dans la mauvaise direction.

Les amphibiens, pratiquement tous nocturnes, réagissent de manière très variée à la lumière artificielle. Des études européennes et américaines ont démontré que certaines espèces étaient attirées par les sources lumineuses. C'est notamment le cas du crapaud. Bien sûr, l'offre de nourriture à proximité d'une lumière artificielle est plus grande, mais les amphibiens sont aussi facilement repérables par leurs ennemis. On a observé que les espèces de petits amphibiens venus chercher de la nourriture à proximité de sources lumineuses se font

manger par des espèces plus grandes. Les rues fortement illuminées attirent aussi crapauds et grenouilles, ce qui peut entraîner des pertes considérables parmi les populations. L'éclairage des routes peut aussi avoir pour effet de ralentir les amphibiens lorsqu'ils traversent ces zones dangereuses. Les scientifiques ont en outre constaté que les grenouilles vivant dans des étangs éclairés par des lumières artificielles ne s'activaient que tard dans la soirée et chantaient peu. Ce phénomène pourrait avoir des effets négatifs sur l'ingestion de nourriture et le comportement lors de la reproduction.

Oiseaux

La lumière artificielle gêne aussi les oiseaux migrateurs. Les milliards d'oiseaux qui, chaque année, se déplacent de nuit d'Europe vers l'Afrique, s'orientent notamment grâce aux étoiles. Ce comportement migratoire génétiquement programmé s'est formé au cours de millions d'années, alors que l'invention de l'ampoule électrique ne date que de 150 ans! Mais la lumière artificielle change radicalement la situation des oiseaux migrateurs. Quand la visibilité est mauvaise, en particulier, ils sont attirés par des sources lumineuses ponctuelles et par les halos lumineux au-dessus des grandes villes, et dévient de leur trajectoire. Leur voyage s'en trouve inutilement – et dangereusement – rallongé.

Les oiseaux sont attirés par les grands immeubles illuminés, d'où un risque de collision élevé. Selon les estimations des scientifiques, ce sont chaque année, pour la seule Amérique du Nord, entre cent millions et un milliard d'oiseaux migrateurs qui viennent s'écraser de nuit contre des immeubles illuminés. Plus de 450 espèces sont concernées. Pour beaucoup d'entre elles, ces pertes supplémentaires peuvent avoir des effets non négligeables sur leur population. C'est pourquoi, durant la période de migration, il faudrait éteindre l'éclairage nocturne à l'intérieur des grands immeubles de bureaux. C'est la conclusion à laquelle arrivent



Durant les nuits de stratus, le sens de l'orientation des oiseaux migrateurs est perturbé par les objets et les localités fortement illuminés. Les animaux s'écrasent contre les façades des immeubles ou ne retrouvent plus leur chemin. Après des heures d'errance, bon nombre d'entre eux s'écroulent sur le sol, épuisés. La grive musicienne est une victime fréquente.

des scientifiques qui, deux années durant, ont compté les oiseaux venus percuter les façades vitrées d'un gratte-ciel de Chicago. L'extinction de l'éclairage nocturne a permis de réduire de 88% le nombre de collisions mortelles.

En Suisse, la Station ornithologique de Sem-pach s'est préoccupée, dans les années 1970 déjà, du problème de la publicité pour le train du Jungfrauojch projetée sur une paroi de glace. Le projecteur a causé la mort de milliers d'oiseaux durant la migration d'automne, lors des nuits de brouillard. Sur les conseils de la Station ornithologique, l'on a éteint le projecteur incriminé durant les nuits où les nuages étaient à sa hauteur ou en dessous. Les bâtiments illuminés dans le paysage attirent eux aussi les oiseaux migrants. Des ornithologues allemands rapportent l'atterrissage d'urgence de 2000 grues, attirées par les ruines d'un château inondées de lumière. Désorientés, plusieurs individus se sont écrasés contre les murs.

Les jaillissements lumineux intenses et soudains, tels que les effets de lumière dans le ciel, sont particulièrement néfastes. Selon des études de la Station ornithologique, ces phénomènes effraient considérablement les oiseaux qui, sous le choc, dévient de leur trajectoire (jusqu'à 45 degrés) et ralentissent leur allure. Or si les oiseaux sont sans cesse contraints à des détours, ils perdent de précieuses réserves d'énergie, dont ils auront absolument besoin pour survoler la Méditerranée et le

Sahara. Lorsque des habitats importants situés dans les zones construites sont éclairés (p. ex. des parcs servant de refuge aux oiseaux), la période d'activité des animaux se prolonge jusque dans la nuit. Mais la recherche de nourriture est rendue difficile par l'éclairage artificiel et la forte projection d'ombre. En outre, de nombreuses sources de nourriture sont inaccessibles la nuit; les proies, par exemple, ne sont pas disponibles.

Mammifères

Les insectes attirés par les réverbères sont des proies faciles pour les chauves-souris. Mais à moyen terme, la diminution de la diversité des insectes pourrait également entraîner une réduction de l'offre de nourriture pour les espèces insectivores. Par ailleurs, la lumière artificielle peut avoir d'autres effets néfastes considérables sur ce groupe d'animaux. On sait par exemple que de nombreuses espèces de chauves-souris débutent leur activité avec l'arrivée de l'obscurité. Or des observations démontrent que les animaux tardent à quitter leurs quartiers lorsque les orifices de sortie sont éclairés. Ils commencent donc à s'activer plus tard dans la soirée et ont moins de temps pour chercher de la nourriture. Ils abandonnent fréquemment des habitats même ancestraux si ceux-ci viennent à être éclairés.

Les grands mammifères nocturnes évitent en général les espaces éclairés artificiellement. Une étude menée dans le canton de Vaud a révélé que les renards, les chevreuils et les blaireaux fréquentaient dix fois moins les lisières de forêt éclairées que celles qui ne le sont pas. Cette observation permet de conclure que les espaces éclairés restreignent le rayon d'action de certaines espèces animales, d'où une diminution des disponibilités de nourriture. Les routes éclairées peuvent aussi entraîner une fragmentation de l'habitat. Selon des études nord-américaines, le puma évite les régions illuminées artificiellement, ce qui l'empêche d'accéder à certains grands corridors faunistiques.

Les chauves-souris souffrent également des émissions lumineuses.



Flore et faune aquatiques

Les scientifiques ont constaté que les lacs situés près des zones habitées recevaient entre cinq et trente fois plus de lumière que ceux des zones rurales. Or la modification de l'intensité et de la composition de la lumière au fur et à mesure que la profondeur de l'eau augmente est déterminante pour la stratification et le zonage des espèces d'algues, comme pour les réseaux alimentaires qui en dépendent. On peut donc supposer que ces communautés de vie sont perturbées, en particulier là où des lampes sans écran éclairent les promenades pendant toute la nuit.

Plantes

La durée de l'éclairage est déterminante pour les processus évolutifs des plantes. Beaucoup d'espèces végétales de la zone tempérée réagissent physiologiquement à la longueur relative des périodes journalières de clarté et d'obscurité. L'importance de la lumière pour les plantes s'explique par le fait que, de tous les paramètres de détermination des saisons, la longueur du jour est le seul qui ne dépende pas des variations des conditions météorologiques. Beaucoup de plantes sont capables de mesurer exactement la longueur du jour – souvent à quelques minutes près – et de contrôler leur calendrier de développement à l'aide de cette horloge physiologique. Seule la durée de l'éclairage, et non son intensité, joue un rôle dans ce processus. Chez beaucoup d'espèces, la longueur relative du jour et de la nuit influence le début et la fin des périodes de repos (débourrage du feuillage), le taux de croissance, la forme de la plante, la forme des feuilles, la formation d'organes de stockage, la chute des feuilles en automne, la formation de pigments et la résistance au gel.

Ce photopériodisme peut être régulé par l'éclairage artificiel. L'horticulture en a tiré parti: une lumière artificielle bien dosée dans les serres augmente la quantité et la qualité des plants, car elle influe par exemple sur le

rythme de floraison. Mais surtout, elle permet aux producteurs de ne plus dépendre des conditions météorologiques et des influences saisonnières. La lumière artificielle pourrait par contre avoir des effets néfastes sur les plantes sauvages et les plantes de jardin car elle dérègle leur horloge physiologique. Il faut cependant noter qu'il n'existe pratiquement aucune étude scientifique s'intéressant à l'influence effective de la lumière artificielle sur les plantes poussant dans la nature. Mais certains rapports font état de plantes chez lesquelles les émissions de lumière ont déclenché une floraison ou une foliaison prématurées, rendant les plantes plus vulnérables au gel. En outre, les nuits d'automne artificiellement raccourcies semblent retarder la chute des feuilles et le début de la période de repos hivernal. Il arrive aussi qu'à la fin de l'automne, une branche située en dessous d'un réverbère soit encore garnie de feuilles tandis que le reste de l'arbre, non illuminer, est déjà nu. Ce phénomène pourrait entraîner un affaiblissement des arbres à proximité des zones habitées.

Les feuilles en dessous du réverbère sont les seules à ne pas avoir remarqué l'arrivée de l'automne.



Conclusion

D'un point de vue biologique, comme l'éclairage artificiel (excessif) altère le rythme de l'éclairage naturel, il a des conséquences négatives pour l'environnement et l'équilibre naturel. Une attention particulière doit être portée aux milieux sensibles tels que les prairies sèches, les zones humides, les lisières de forêt, les eaux et, de manière générale, aux zones de protection de la nature et du paysage. La diversité des espèces – et, partant, le danger potentiel présenté par la lumière artificielle – y sont particulièrement élevés. C'est pourquoi l'on appliquera le principe suivant: lorsque des espèces animales sensibles à la lumière artificielle sont présentes dans le périmètre d'influence d'un dispositif d'éclairage, il s'agit d'en tenir compte lors de la conception du dispositif en question.



4.1 Bases légales au niveau fédéral

La Suisse dispose au niveau fédéral de plusieurs bases légales qui indiquent que les nuisances dues à la lumière artificielle sont à éviter dans la mesure du possible:

- ▶ Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN; RS 451): articles 1 à 3, article 18, ainsi que l'article 20, alinéa 1.
- ▶ Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE; RS 814.01): articles 1, 7 alinéas 1 et 4, ainsi que les articles 11, 12 et 14.
- ▶ Loi fédérale sur la chasse et la protection des mammifères et oiseaux sauvages (LChP; RS 922.0): article 1, alinéa 1 et article 7, alinéa 4.
- ▶ Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT; RS 700): articles 1 et 3.
- ▶ Ordonnance sur la signalisation routière (RS 741.21): article 96, alinéas 1 et 5, ainsi qu'article 98, alinéa 2.

Selon ces bases légales les émissions lumineuses doivent être évaluées et limitées de la manière suivante:

▶ Limitation des émissions

Dans son article introductif (art. 1 LPE), la loi sur la protection de l'environnement se donne

pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodes. L'article 11, alinéa 2 traite plus spécialement des émissions et postule qu'indépendamment des nuisances déjà existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que le permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Les émissions seront limitées plus sévèrement s'il s'avère ou s'il y a lieu de présumer que les atteintes, eu égard à la charge actuelle de l'environnement, seront nuisibles ou incommodes (art. 11, al. 3, LPE).

▶ Protection du paysage et du patrimoine

De l'avis du législateur, des émissions lumineuses exagérées portent atteinte au paysage nocturne et, par extension, à l'aspect caractéristique du paysage. Des atteintes de cette nature sont à évaluer dans le cadre des articles 3 et 6 LPN. Les autorités, services, instituts et établissements fédéraux ainsi que les cantons doivent, dans l'accomplissement des tâches de la Confédération (définies dans l'art. 2 LPN), prendre soin de ménager l'aspect caractéristique du paysage et des localités, les sites évocateurs du passé, les curiosités naturelles et les monuments historiques et, lorsque l'intérêt

général prévaut, d'en préserver l'intégrité (art. 3 LPN). Cette protection s'applique de manière particulièrement stricte pour les objets inscrits dans un inventaire selon l'article 5 LPN.

► **Maintien de la diversité des espèces (diversité biologique)**

La disparition d'espèces animales et végétales indigènes doit être prévenue par le maintien d'un espace vital suffisamment étendu (biotopes), ainsi que par d'autres mesures appropriées (art. 18 LPN). Par « autres mesures » il faut entendre tous les actes législatifs et décisions du droit fédéral, cantonal et communal destinés à éviter la disparition de plantes et animaux menacés (Fahrländer, Commentaire LPN, Zurich 1997, art. 18, note 11).

► **Aménagement du territoire et procédures d'octroi de permis de construire**

La loi sur l'aménagement du territoire exige que la Confédération, les cantons et les communes veillent entre autres à protéger les bases naturelles de la vie telles que le paysage (art. 1, al. 2, let. a, LAT). Pour ce faire ils appliquent les principes régissant l'aménagement du territoire, parmi lesquels figure la préservation du paysage. Il s'agit en particulier de veiller à ce que les constructions prises isolément ou dans leur ensemble ainsi que les installations s'intègrent dans le paysage, et de conserver les sites naturels et les territoires servant au délasserement (art. 3 al. 2 lettres b et d LAT).

Les dispositifs destinés à éclairer les grands bâtiments et les installations importantes nécessitent une autorisation de construire. Dans le cadre de la procédure d'octroi de l'autorisation de construire on pourra examiner les mesures aptes à éviter les émissions indésirables de lumière. C'est ainsi que le Tribunal fédéral (ATF 123 II 256) a estimé que la mise en place de projecteurs destinés à l'éclairage nocturne du Pilate tombait sous les installations nécessitant une autorisation de construire et a fixé un régime d'éclairage saisonnier, qui tient notamment compte des conditions

de lumière naturelle au crépuscule. Il est donc déjà possible aujourd'hui, dans le cadre de procédures d'octroi d'autorisations de construire selon l'article 22 LAT (construction en zone à bâtir) ou selon l'article 24, LAT (construction hors de la zone à bâtir), de fixer des charges et conditions pour les dispositifs d'éclairage, voire de les refuser.

4.2 Exemples de dispositions légales dans les cantons et les communes

Projecteurs indésirables: des lois contre les émissions lumineuses en Suisse

Une forme d'émission lumineuse particulièrement insidieuse provient des effets de lumière et des projecteurs (« skybeamers »). Les discothèques et les organisateurs de manifestations, en particulier, abusent du ciel nocturne, l'utilisant comme support publicitaire gratuit – bien que ce type de publicité soit peu efficace. Un projecteur d'une portée de 40 km « utilise » plus de 10% du ciel nocturne de Suisse. Or ces installations, qui illuminent considérablement le ciel, peuvent également présenter un risque pour le trafic aérien, détourner l'attention des automobilistes, provoquer des réactions de peur chez les oiseaux migrateurs, nuire à l'aspect caractéristique d'une localité, désécuriser la population et empêcher toute photographie astronomique.

De nouveaux « skybeamers » viennent continuellement illuminer le ciel nocturne et donnent lieu à un mécontentement croissant. Durant la seule année 2003, la police cantonale lucernoise a dû intervenir une bonne dizaine de fois pour cette raison. Les riverains, mais aussi les organisations de protection de la nature, appellent régulièrement la police lorsqu'une fête ou une discothèque produit des effets de lumière visibles à plusieurs kilomètres à la ronde.

Le canton de Lucerne attire désormais l'attention des organisateurs de manifestations sur cette interdiction, déjà dans la procédure d'autorisation. Le formulaire de la division de la restauration et de la police du commerce précise *que ces dispositifs présentent un danger pour la sécurité publique et entravent les trafics routier et aérien. Toute utilisation est interdite et est poursuivie par la préfecture. Il s'agit d'un acte contrevenant aux prescriptions de circulation routière. L'ordonnance sur la signalisation routière punit des arrêts ou de l'amende quiconque entrave la sécurité routière par la projection de publicités.*

Les villes et les communes se mobilisent également en nombre croissant contre les projecteurs dirigés vers le ciel. La ville de Berthoud (BE) fut la première en Suisse à interdire expressément les « skybeamers ». Le conseil communal a adopté le 7 juillet 2004 une disposition applicable à l'organisation de manifestations dans les espaces publics, dont la teneur est la suivante:

L'utilisation de « skybeamers », projecteurs laser, projecteurs de publicités et sources lumineuses artificielles semblables dirigées vers le ciel est interdite.

La commune d'Ormingen (BL) a également rendu punissable l'utilisation de ces dispositifs dans un article du règlement de police local. S'appuyant sur les paragraphes 46, alinéa 1 et 47, alinéa 1, chiffre 2, de la loi communale du 28 mai 1970, l'assemblée communale a arrêté le règlement suivant:

L'utilisation de sirènes, émetteurs de signaux, « skybeamers » et autres dispositifs semblables est interdite. Sont exclus les dispositifs d'alarme (en cas de cambriolage, d'incendie, de vol) installés par un spécialiste.

4.3 Exemples de dispositions légales à l'étranger



Exemples dans d'autres pays: des directives et des lois contre les émissions lumineuses en Allemagne, en Italie et en République tchèque

En 1994 le Comité des länder allemands pour la protection contre les immissions (deutscher Länderausschuss für Immissionsschutz) a publié un document sur la mesure et l'évaluation des émissions de lumière « Messung und Beurteilung von Lichtemissionen ». Cette « directive lumière » s'applique aux zones résidentielles. Elle explique comment évaluer les effets des émissions lumineuses artificielles qui éclairent des habitations de manière indésirable ou qui éblouissent les personnes dans leur logement. Elle s'applique aux sources lumineuses artificielles dans la mesure où il s'agit d'installations au sens de la loi fédérale allemande sur la protection contre les immissions (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BimSchG). Sont exclus les dispositifs d'éclairage du réseau routier public, les installations d'éclairage des véhicules motorisés et les signaux lumineux destinés à régler la circulation.

Le 29 septembre 2003, l'Émilie-Romagne a adopté une loi relative à la lutte contre les émissions lumineuses indésirables et à l'économie d'énergie électrique (Legge regionale nr. 19, <http://crerbd.regione.emilia-romagna.it>), emboîtant le pas à la Lombardie et aux Marches. La loi dispose entre autres que les réverbères doivent être nettement moins éblouissants. En ce sens, les lampes doivent être conçues de manière à ce que l'intensité lumineuse puisse être réduite de 30% au moins – pour autant que les prescriptions de sécurité le permettent. Même l'éclairage des installations de sport est réglementé: il convient d'empêcher la diffusion de lumière vers le ciel. Les éclairages existants dans des régions exposées ou dans des domaines qui influencent fortement l'environnement doivent être adaptés aux exigences des nouvelles prescriptions. Depuis l'introduction de cette loi, une grande partie de la population italienne vit dans des régions où les émissions lumineuses inutiles ont été réduites.

La République tchèque fut le premier pays au monde à se doter d'une loi nationale contre les émissions lumineuses (<http://www.sbirka.cz>). Le document officiel définit les émissions lumineuses inutiles comme « toute forme d'éclairage artificiel diffusé en dehors de la zone à éclairer, en particulier s'il s'étend au-delà de l'horizontale ». Les contrevenants sont astreints à une amende pouvant aller jusqu'à 150 000 couronnes tchèques (5000 euros).

5 Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses



On appliquera comme principe de base de limiter à titre préventif les émissions à la source, dans la mesure où le permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. De plus, lors du choix de l'éclairage, on procédera à une pesée de l'ensemble des intérêts en jeu, qu'une autorisation de construire soit ou non nécessaire. Cela signifie qu'outre les aspects de sécurité et l'opportunité de l'éclairage, on prendra en compte la sensibilité à la lumière de l'environnement, les aspects de protection de la nature et du paysage ainsi que le bilan énergétique. Dans les pages qui suivent on trouvera des recommandations concrètes, ordonnées selon qu'elles concernent le domaine légal ou les aspects techniques.



Les émissions lumineuses des « skybeamers » sont particulièrement agressives. Toute la lumière se perd dans le ciel.

5.1 Des solutions possibles sur le plan légal

Les cantons sont invités à examiner leurs actes législatifs du domaine de la construction et de l'environnement, ainsi que les décisions qui en découlent, en vue de protéger la nature, le paysage et l'environnement contre les émissions lumineuses, et de prendre des mesures concrètes de façon à ce que:

- ▶ tous les dispositifs destinés à l'éclairage de grandes constructions ou d'installations importantes - y compris celles qui sont de caractère historique - fassent l'objet d'une procédure d'octroi d'autorisation de construire ;
- ▶ l'utilisation de dispositifs lumineux dirigés vers le ciel et qui n'ont pas pour fonction la sécurité ou l'éclairage de bâtiments soient interdits dans l'intérêt de la protection des espèces, des biotopes ou du paysage (« skybeamers », projecteurs laser, projecteurs de publicités ou toute source lumineuse artificielle de ce type). Dans les cas où cela ne s'avérerait pas possible, on en limitera l'usage dans la mesure où l'état de la technique et les conditions d'exploitation le permettent, et pour autant que cela soit économiquement supportable ;
- ▶ les dispositifs existants destinés à l'éclairage de grandes constructions et d'installations importantes - y compris celles qui sont de caractère historique - soient examinés quant aux immissions de lumière qu'ils occasionnent dans l'environnement et soient assainis le cas échéant et dans la mesure du possible.

La société suisse pour l'éclairage (SLG) et la société suisse des ingénieurs et architectes (SIA) ont annoncé leur intention de traiter très prochainement de cette thématique et d'élaborer des normes techniques. Nous sommes d'avis que les solutions techniques présentées ci-après fourniront des éléments importants à l'élaboration de ces normes, destinées à réduire les émissions lumineuses indésirables.

5.2 Solutions envisageables sur le plan technique

5.2.1 Objectifs principaux et groupes cibles

Les dispositifs d'éclairage des espaces extérieurs produisent des « déchets lumineux » – de la lumière inutile – qu'il serait possible de réduire considérablement dans presque tous les cas. En effet:

- La source des émissions est aisément identifiable.
- Le problème est « visible » au sens propre du terme; il est compris et reconnu aussi par les non-spécialistes.
- Il en résulte une situation où le principe du « bottom-up » peut contribuer efficacement à dégager des solutions, ce qui est important dans une démocratie fédéraliste comme la nôtre: chaque citoyen, chaque commune et chaque canton, pratiquement, peuvent œuvrer à une solution.

D'un point de vue purement technique, rien ne s'oppose à la résolution du problème. Les mesures prises n'entraîneraient guère de restrictions, mais amèneraient au contraire un regain de valeur et de qualité.

- Pour beaucoup de gens, la problématique est aussi d'ordre émotionnel.
- Le fait que le développement durable soit perçu et compris comme un facteur n'entraînant pas forcément une perte de qualité est parfaitement illustré et renforcé par l'exemple des émissions lumineuses. L'on peut espérer que cette expérience déborde sur d'autres domaines environnementaux.
- Les innovations et assainissements nécessaires représentent un potentiel de marché dont l'industrie de l'éclairage peut tirer parti.

La réduction des émissions lumineuses inutiles peut intervenir à trois niveaux: ceux de la décision, de la planification et de l'exécution. Indépendamment du niveau auquel la réduction débute, on a toujours à l'origine une intention d'installer un éclairage, qui débouche sur un

projet, un choix de lampes et se termine par leur installation. En général, la prise en compte précoce dès la phase de projet s'avère être la plus efficace (en s'appuyant également sur des arguments d'utilisation durable de la lumière). Une fois des lampes inadéquates installées, il est difficile et coûteux de corriger le tir. Tous les acteurs qui interviennent dans le processus d'installation de lampes extérieures sont concernés:

- les propriétaires (privés et publics) de bâtiments ou d'installations, les exploitants et les responsables;
- les producteurs de lampes et les commerçants;
- les concepteurs (p. ex. architectes, planificateurs de projets électriques ou d'installations d'éclairage);
- les installateurs et les contrôleurs;
- les bénéficiaires de l'installation et les personnes concernées par leurs effets (en particulier les responsables des secteurs de la faune, de la flore et du paysage).

D'un point de vue purement technique, sont concernées toutes les sources de lumière artificielle fixes installées dans les espaces extérieurs et émettant un rayonnement électromagnétique dans les domaines visible (380 nm–780 nm), infrarouge et ultraviolet, par exemple:

- les lampes destinées à l'éclairage des espaces publics tels que routes, chemins, places, parcs ou installations de loisirs;
- les corps lumineux servant à mettre en valeur des objets d'art, des façades, des monuments, etc.;
- les publicités ou les éclairages réalisés dans le cadre d'une manifestation.

5.2.2 Planification

Les quelque 2800 km² de surfaces construites et éclairées en Suisse éclaircissent le ciel nocturne sur la totalité de la superficie du pays, soit à peu près 41 000 km². Cette réa-



Il faut éviter que les lampadaires illuminent les chambres à coucher.

lité montre bien que les possibilités d'agir en vue de réduire les émissions lumineuses sont à chercher dans la planification et la réalisation des infrastructures urbaines. Des possibilités existent à plusieurs échelons:

■ Les cantons peuvent soutenir l'exécution et aider les communes dans leur action (p. ex. législation en matière de construction, plans directeurs et plans de zone); prendre publiquement position au moyen de fiches d'information pour sensibiliser la population; introduire des critères d'utilisation durable pour l'éclairage cantonal des routes et pour l'éclairage des bâtiments et monuments publics; exercer une surveillance des constructions hors de la zone à bâtir.

■ Les architectes et les planificateurs de projets électriques peuvent choisir un type d'éclairage adéquat lors de la phase de projet de la construction, conseiller leurs clients en toute connaissance de cause et appliquer les recommandations de la SIA en matière de durabilité.

■ Les fournisseurs d'énergie peuvent participer à l'utilisation rationnelle de l'éclairage public.

■ Les entreprises et les usines peuvent réduire les émissions à la source.

■ Les particuliers peuvent agir au niveau de leurs propres éclairages.

■ L'industrie de l'éclairage et ses fournisseurs peut étendre l'offre en moyens techniques aux personnes désireuses d'agir.

A gauche: le double éclairage n'a pas beaucoup de sens.

A droite: un éclairage multiple est inutile



■ Les villes et les communes (en qualité de responsables de l'éclairage public et d'instances d'octroi des permis de construire à des privés) peuvent introduire un instrument de contrôle dans la procédure d'octroi des permis de construire; tenir compte du problème dans les plans directeurs et les plans de zone.

■ Les associations et les groupements d'intérêts peuvent mettre en œuvre les mesures qui concernent leurs domaines d'activité; rédiger des directives et des recommandations.

■ Les médias peuvent informer et sensibiliser. Le souci d'une utilisation mesurée de la lumière peut intervenir à différentes occasions:

■ dans les projets de planification et de construction prévoyant de nouveaux dispositifs d'éclairage;

■ dans des projets d'assainissement d'installations existantes;

■ en présence d'installations excessivement dérangeantes ou générant de très fortes émissions lumineuses;

- suite à des réclamations des personnes touchées;
- en réponse à des interventions de citoyens (p. ex. lors d'assemblées communales);
- suite à des interventions d'ONG;
- par des initiatives comme les Villes de l'énergie ou l'Agenda 21 (prévention écologique au sens de la LPE et du développement durable).

5.2.3 S'interroger sur les besoins

Avant d'aborder les aspects techniques, il faut s'accorder le temps d'une réflexion inhabituellement simple mais efficace. En général, le projet d'installer une lampe extérieure découle d'un besoin qui peut être par exemple un besoin objectif de sécurité. Dans ce cas, l'installation de la lampe est une réelle nécessité. Mais lorsque le besoin est subjectif, il convient

de se poser la question de principe: « Cette lampe est-elle nécessaire ? ». Cette démarche peut éviter l'installation – par habitude ou par imitation – de lampes qui produiront des émissions inutiles, sans remplir de fonction réellement nécessaire.

L'installation de lampes n'a pas que des avantages. Elle entraîne une augmentation insidieuse des coûts d'entretien et d'exploitation. Toute lampe est aussi susceptible de déranger et de faire l'objet de réclamations, ce qui occasionne des frais et du travail. De plus, un éclairage monotone des espaces extérieurs peut restreindre la marge de manœuvre de l'aménagement urbain. Le double éclairage quel qu'il soit, par exemple, n'a guère de sens. Un autre exemple est donné par l'accumulation de lampes que, par habitude, on ne remarque même plus. Pendant des décennies, des lampes s'accumulent, qui éclairent largement plus qu'il

Est-ce que cette intensité lumineuse est nécessaire ?



ne faudrait et qui, esthétiquement parlant, ne valorisent pas toujours l'urbanisme. Pour huit lampes hier, on en trouve tout à coup quarante aujourd'hui. Mais l'éclairage n'en est ni meilleur ni plus beau pour autant. Le démontage des lampes inutiles n'est pas encore assez systématique.

Un autre problème se pose au niveau de l'illumination des façades, des œuvres d'art, des arbres, du mobilier de jardin ou autres. Celle-ci découle certes d'une volonté de mettre l'objet en valeur, mais elle risque d'entraîner une saturation si elle est excessive. Ici aussi, tout est question de mesure. Un éclairage démesuré provoque à long terme une illumination uniforme de l'espace extérieur, qui atténue les effets esthétiques recherchés.

Dans les zones écologiquement sensibles et dans celles qui sont situées en bordure des agglomérations, l'on évitera ou limitera l'illumination de bâtiments, de panneaux et d'objets industriels à des fins publicitaires. Le problème doit déjà être pris en compte dans le cadre des plans directeurs et des plans de zone. Les prairies sèches, les zones humides, les lisières de forêt, les eaux et les zones de protection de la nature et du paysage sont particulièrement sensibles aux émissions lumineuses. Les stations-service et restaurants situés à l'extérieur des localités, au beau milieu de la forêt ou dans un paysage cultivé ouvert, et qui sont éclairés toute la nuit, posent également problème. Il faudrait veiller dans ces cas-là à ce que la lumière ne se diffuse pas aux alentours.

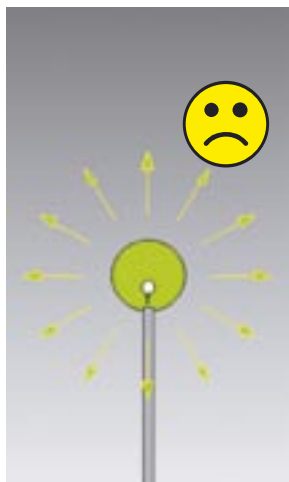
5.2.4 Mesures techniques

S'il apparaît, après un premier examen, que l'installation de lampes est effectivement nécessaire, on choisira la meilleure variante possible sur le plan technique. Un choix judicieux des lampes, de leur emplacement et de la direction de l'éclairage, ainsi qu'une gestion appropriée de leur fonctionnement permet de limiter efficacement les émissions à la source, dans l'esprit de la loi sur la protection de l'environnement (art. 11). L'on trouve déjà sur le marché des lampes peu « polluantes ». Elles doivent être équipées d'un dispositif d'occultation efficace, mais on doit aussi les installer et les utiliser correctement. Les lampes et les accessoires sont appropriés s'ils présentent les caractéristiques suivantes:

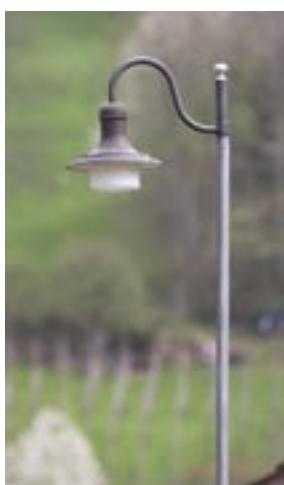
- ▶ canalisation du faisceau lumineux évitant tout débordement sur l'espace qui ne doit pas être éclairé, en particulier vers le haut (capuchon);
- ▶ isolation empêchant la pénétration d'insectes et d'araignées;
- ▶ spectre et intensité lumineuse réglables;
- ▶ fonctionnement par minuterie.

Les dispositifs d'occultation empêchent la lumière de se propager dans la mauvaise direction. Ils augmentent l'efficacité de l'éclairage car ils canalisent la lumière vers le point où elle est nécessaire. Munie d'un capuchon suffisant, une lampe n'émet pas de lumière inutile directement vers le ciel. Un tel dispositif permet donc également d'éviter un gaspillage d'énergie (de plus de 50% pour les lampes sphériques). Si le capuchon est muni de réflecteurs à l'intérieur, la puissance de la lampe peut être réduite pour une intensité lumineuse égale au niveau du sol. De plus, un capuchon adéquat diminue fortement l'éblouissement, qui perturbe la vision la nuit. Le principe en est illustré dans le graphique ci-dessous:

Un lampadaire sans capuchon diffuse la lumière dans toutes les directions de manière indifférenciée



Un lampadaire muni d'un capuchon insuffisant diffuse de la lumière vers le ciel.



Un lampadaire muni d'un capuchon adéquat canalise la lumière vers la surface à éclairer, sans dispersion inutile.



5.2.5 Orientation des lampes

L'on empêchera la diffusion de lumière inutile en orientant la lampe du HAUT vers le BAS. Les photos suivantes montrent des orientations particulièrement inopportunes:



Illumination de la façade d'un bâtiment public...



... et ses effets vus de loin !



Publicité d'une entreprise publique.

Ce type d'éclairage de façade émet plus de la moitié de la lumière inutilement dans le ciel.



Les lampes au sol illuminent les arbres depuis le bas. Le chemin n'est guère éclairé. En hiver, quand les arbres sont nus, la quasi-totalité de la lumière ne sert à rien.



Les publicités illuminées du bas vers le haut génèrent beaucoup de lumière inutile.



Les exemples suivants montrent des lampes bien orientées:



Orientation correcte du HAUT vers le BAS, qui accentue l'éclairage du sol et de la façade.



Pas de lumière inutile diffusée directement vers le ciel – pour autant que la lampe soit orientée du HAUT vers le BAS.



L'orientation n'est pas idéale, mais elle est acceptable en raison du volet dont a été munie la lampe.



Cette lampe murale, idéalement installée sur la façade, éclaire du HAUT vers le BAS.



Souvent les bons (○) et les mauvais (○) exemples d'éclairage extérieur se côtoient; un assainissement serait rapide et peu coûteux.

5.2.6 Emplacement des lampes

Les installations qui doivent être fortement éclairées seront construites dans un endroit non sensible aux émissions lumineuses. Le long des routes, les réverbères seront placés du côté qui permet la meilleure protection des espaces plus sensibles à la lumière situés de part et d'autre de la route. Une planification intelligente permet par exemple d'utiliser les arbres ou les bâtiments existants comme écran, pour protéger les espaces sensibles de l'influence des nouveaux éclairages.

5.2.7 Intensité et qualité de la source lumineuse

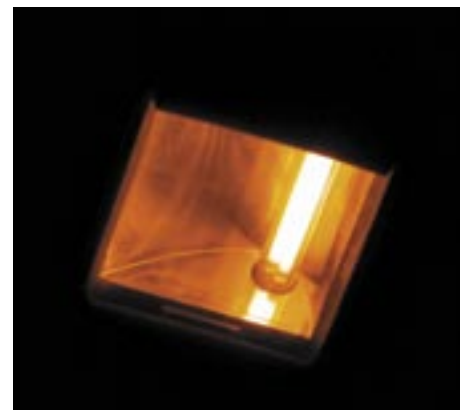
Outre la lumière directe émise à la source, la lumière réfléchi par le sol et les murs est un autre facteur qui influence la clarté des espaces extérieurs. Selon son état, l'asphalte réfléchit environ 10% de la lumière, la neige environ 93%. C'est un facteur sur lequel on ne peut agir directement. Mais l'on peut néanmoins réduire la proportion de lumière réfléchi en régulant l'intensité de l'éclairage. Comment? En n'éclairant pas plus qu'il n'est nécessaire. Ainsi, les émissions lumineuses inutiles dues à la réverbération de la lumière gardent des proportions acceptables.

Lorsque l'on souhaite illuminer des bâtiments historiques tels que palais, châteaux ou églises, on gardera aussi à l'esprit qu'un éclairage tamisé a souvent un meilleur effet. La ville de Venise, par exemple, éclaire volontairement peu ses ruelles et ses monuments pour en préserver le charme romantique. Dans la mesure du possible, les façades illuminées ne seront pas peintes en blanc ni revêtues de matériaux réfléchissants (verre, métal).

Des optimisations du spectre peuvent réduire les effets négatifs de la lumière. Pour les insectes, c'est avant tout la lumière blanche qui exerce une force d'attraction prononcée; elle est produite par exemple par les lampes à vapeur de mercure, qui émettent une importante partie spectrale de bleu. En revanche, les lampes à vapeur de sodium à haute pression et surtout les lampes à vapeur de sodium à basse pression les attirent beaucoup moins. Cette technique d'éclairage permet en outre d'économiser jusqu'à 40% de l'énergie, pour une durée de vie supérieure à celles des autres lampes. Il faudrait au moins renoncer à la lumière blanche à proximité des espaces naturels. L'on évitera également le domaine des ultraviolets, non visibles pour l'homme.

5.2.8 Modulation de la durée d'éclairage

Les émissions inutiles sont aussi une question de durée de fonctionnement: les émissions à la source diminuent avec chaque lampe éteinte. Plusieurs dispositifs techniques permettent de moduler judicieusement la durée de l'éclairage, tels que des interrupteurs réagissant à la lumière du jour pour limiter l'éclairage artificiel, des détecteurs de mouvements ou encore des minuteries pour réduire l'éclairage durant les heures où la lumière est moins nécessaire et où le milieu naturel y est plus sensible. L'on pourrait même éteindre une lampe sur deux à certaines heures de la nuit. Cela donnerait une chance de s'enfuir aux animaux prisonniers de la lumière. De même, l'on pourrait cesser d'illuminer les monuments historiques après 23 heures. Les personnes qui se lèvent très tôt pour aller travailler sont généralement indifférentes à ces attractions touristiques. Culturellement parlant, l'éclairage d'un monument historique n'est pas une nécessité.



Lampe à vapeur de sodium à basse pression: la solution optimale du point de vue écologique comme du point de vue économique.

5.2.9 Aperçu des recommandations

Objectif: utilisation mesurée de la lumière

L'éclairage extérieur doit gagner en qualité en tenant compte de manière équivalente des besoins de l'homme, du paysage et des écosystèmes. La planification, la fabrication et les habitudes en matière d'éclairage extérieur doivent s'inspirer du principe d'une utilisation mesurée de la lumière.

Principe: limitation à la source

D'une manière générale on devrait s'interroger sur la fonction et les conséquences indésirables possibles de toute lampe extérieure fixe. Cette évaluation doit faire partie intégrante de la planification et être confiée à des spécialistes.

Vérifier les besoins

Les lampes extérieures qui ne servent pas objectivement à accroître la sécurité doivent être examinées sous l'angle de leur nécessité. L'évaluation tiendra compte des besoins de tous – y compris de ceux de la nature, du paysage et des personnes gênées. Concrètement, cela signifie:

- Éviter et enlever les lampes superflues.
- Interdire et limiter les dispositifs d'éclairage excessifs tels que projecteurs et illuminations d'objets.
- Éviter les dispositifs d'éclairage placés directement dans les espaces naturels.

Canaliser la lumière

Les corps lumineux doivent être munis d'un dispositif d'occultation qui ne permet à la lumière de se propager que là où elle sert à éclairer une surface bien définie. Un capuchon doit au moins empêcher toute diffusion de lumière vers le haut. Il serait souhaitable d'occulter éga-

lement les parties latérales, pour empêcher la diffusion de la lumière dans les directions où elle pourrait gêner et qu'il serait ainsi possible d'éviter; par exemple:

- Émissions vers les espaces de repos (chambres à coucher).
- Émissions dans les espaces naturels, par exemple lors de l'éclairage de chemins situés en forêt, à leur proximité, ou le long de rivières et de plans d'eau.
- Émissions éblouissantes qui incommode ou entravent la sécurité.
- Débordements de lumière inutiles autour d'objets illuminés (façades, châteaux, publicités).

Orienter correctement

Par principe, l'on orientera la source lumineuse du HAUT vers le BAS. Les éclairages du BAS vers le HAUT sont à éviter absolument (p. ex. lampes au sol ou tout type d'illumination d'objets).

Sélectionner l'intensité et la qualité de la lumière

L'intensité de l'éclairage sera limitée au nécessaire. Si les lampes sont surdimensionnées, leur puissance doit être réduite. L'on évitera la lumière blanche (partie spectrale du bleu) et le rayonnement du domaine ultraviolet à proximité des espaces naturels.

Moduler la durée d'éclairage

Il faut viser une synchronisation avec la période de repos nocturne entre 22 heures et 6 heures (à l'exemple de la protection contre le bruit). Les publicités et autres éclairages non nécessaires durant cette période doivent être éteints ou leur intensité réduite autant que possible. Minuteries et détecteurs de mouvements permettent d'adapter judicieusement la durée de l'éclairage nocturne aux besoins.



5.2.10 Trois exemples de mise en pratique

Moins d'émissions lumineuses, moins de coûts énergétiques

Utiliser l'éclairage nocturne avec parcimonie peut rapporter gros. Les CFF en ont fait l'expérience. Le lifting de toutes les gares régionales au moyen d'une stèle illuminée la nuit, annoncé par la société il y a deux ans, a provoqué un tollé dans les associations de protection des oiseaux ainsi qu'au sein de l'association « Dark-Sky Switzerland » et a entraîné l'intervention de l'OFEP. Ces colonnes illuminées depuis le sol émettaient trop de lumière dans le ciel. L'Université technique de Berlin, mandataire des CFF, a donc procédé à des modifications. Si le principe de l'éclairage en direction du ciel a été conservé, la puissance du projecteur a été largement réduite. La lumière émise dans la partie supérieure de la stèle a été diminuée de 56,5% et la consommation d'énergie de

51%. Ce sont ainsi plus de 100 000 francs que les CFF économisent chaque année.

Un projet de recherche soutenu par l'OFEP étudie actuellement le potentiel d'économies global d'une commune qui remplace son éclairage par les systèmes recommandés ici. La commune de Köniz (BE) joue le rôle de cobaye. L'étude analyse la consommation d'énergie, la disposition des services administratifs et de la population à changer les choses, les conséquences du nouvel éclairage pour les différentes parties de la ville, les coûts consentis pour les nouvelles lampes ainsi que la durée de l'amortissement. Une carte des zones de clarté et d'obscurité en Suisse est établie dans le cadre du même projet.

Premières mesures de protection de la nuit en Suisse

Bâle-Campagne a été le premier canton à attirer l'attention des services administratifs, des communes, des entreprises et des particuliers sur les effets des émissions lumineuses. Une brochure d'information de quatre pages décrit les mesures possibles pour empêcher la pollution lumineuse du ciel nocturne et propose des solutions pour l'éclairage extérieur (<http://www.baselland.ch/docs/bud/ae/publ/lichtverschmutzung.pdf>). L'office des ponts et chaussées de Bâle-Campagne souhaite également tenir compte de la question des émissions lumineuses inutiles en remaniant sa directive sur l'éclairage public, déjà axée sur l'efficacité énergétique. La ville de Liestal a même été plus loin et a fait œuvre de pionnier en

limitant la durée d'éclairage des publicités, qui seront désormais éteintes entre deux et six heures du matin. Le nouveau règlement n'a pas soulevé d'objection au parlement communal. Même l'industrie locale a approuvé la mesure.



Un nouveau projet d'éclairage pour la ville de Zurich

La Zurich nocturne va prendre un nouveau visage. Le projet d'éclairage (www.plan-lumiere.ch) sera mis en œuvre successivement au cours des dix prochaines années. Le Plan Lumière compte améliorer l'orientation dans la ville et accroître le sentiment de bien-être et de sécurité de la population en éclairant judicieusement places et bâtiments. Pour empêcher ou réduire les émissions lumineuses indésirables, l'éclairage sera orienté du haut vers le bas et la lumière sera canalisée. Le plan a pour ambition d'éviter une augmentation de la quantité de lumière, en misant sur la qualité de l'éclairage. Dans de premiers projets pilotes, le viaduc du Hardturm par exemple a été illuminé de telle façon que toute la lumière soit dirigée vers le bas. Les

lampes des deux vieux ponts enjambant la Limmat ont été munies de volets anti-éblouissement pour empêcher la diffusion de lumière vers le ciel. Pour l'éclairage d'autres objets tels que les monuments historiques, l'on recourra également, dans la mesure du possible, à de nouvelles technologies. Une nouvelle méthode, par exemple, consiste à placer un châlon devant la source de lumière, pour projeter sur la façade à éclairer une image taillée sur mesure. Contrairement aux éclairages extérieurs actuels, le procédé est peu gourmand en énergie. Il fonctionne sans perte de lumière parasite et, de ce fait, contribue grandement à réduire les émissions lumineuses indésirables.

Le viaduc du Hardturm a pris un nouveau visage grâce à l'éclairage mis en place dans le cadre du Plan Lumière.



6 Pour en savoir plus: bibliographie et liens internet

Ouvrages généraux

▶ Klein M., 2004. Lichtverschmutzung – eine neue Umweltproblematik. Diplomarbeit an der Fachhochschule Ludwigsburg.

<http://www.home.uni-osnabrueck.de/ahaanel/darksky/dalichtver.pdf>

▶ Kobler R.L., 2002. Die Lichtverschmutzung in der Schweiz – Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze. Diplomarbeit an der Fachhochschule beider Basel. http://www.darksky.ch/downloads/artikel/rlkobler_dipl.pdf

▶ Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) (Hrsg.). Messung und Beurteilung von Lichtemissionen (Licht-Richtlinie), LAI-Schriftenreihe Bd. 4, 1994.

▶ <http://www.darksky.org> (organisation non gouvernementale qui s'engage partout dans le monde contre la pollution lumineuse).

▶ <http://www.darksky.ch> (Darksky Switzerland [DSS] exerce une fonction consultative pour toute question d'éclairage et propose son aide pour la mise en œuvre des solutions. DSS est membre de l'Association suisse pour l'éclairage et est un groupe spécialisé de la Société astronomique suisse [SAG]).

▶ Informations complémentaires sur les initiatives concernant la lutte contre les émissions lumineuses nocives: <http://www.lichtverschmutzung.de>

Ampleur des émissions lumineuses

▶ Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., 2001. The first World Atlas of the artificial night sky brightness. Mon. Not. R. Astron. Soc. 328, 689-707. <http://deborapd.astro.it/cinzano/download/0108052.pdf>

Conséquences des émissions lumineuses pour la nature et le paysage

▶ Böttcher M., 2001. Auswirkungen von Fremdlicht auf die Fauna im Rahmen von Eingriffen in die Natur und Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 67, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

▶ Ecotec, 1990. Impact de l'éclairage nocturne sur la faune. Service des forêts, de la faune et de la conservation de la nature du canton de Genève.

▶ Eisenbeis G., Hassel F., 2000. Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Strassenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. Natur und Landschaft 75, 145–156.

▶ Eisenbeis G., 2001. Künstliches Licht und Lichtverschmutzung – eine Gefahr für die Diversität der Insekten? Verh. Westd. Entom. Tag. 2000, 31–50. Autres informations sur ce thème par le professeur G. Eisenbeis sous <http://www.unimainz.de/FB/Biologie/Zoologie/abt1/eisenbeis>

▶ Longcore T., Rich C., 2004. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(4), 191–198. <http://www.urbanwildlands.org/Resources/LongcoreRich2004.pdf>

▶ Scheibe M.A., 2003. Über den Einfluss von Strassenbeleuchtung auf aquatische Insekten. Natur und Landschaft 78, 264–267.

▶ Le groupe américain « The Urban Wildlands Group » propose sous <http://www.urbanwildlands.org/nightlightbiblio.html> une série de publications scientifiques sur le thème « Ecological Consequences of Artificial Night Lighting ».

Conséquences des émissions lumineuses pour l'homme

▶ Psychiatrische Universitätsklinik Basel, diverses publications sous <http://www.chronobiology.ch>

▶ Internationales Symposium « Low frequency EMF, Visible Light, Melatonin and Cancer ». Zusammenfassung der Vorträge unter <http://www.uni-koeln.de/symposium2002/index2.html>

Sécurité

▶ Norme européenne n° 12464-2: Éclairage des postes de travail en plein air (à l'état de projet).

Bases légales

▶ Keller P. M., Zufferey J.-B., Fahrländer K. L., 1997. Kommentar NHG. Schulthes polygraphischer Verlag, Zürich.

▶ Canton de Lucerne: utilisation de projecteurs. http://www.umwelt-luzern.ch/index/service/pfad_gemeinden/gemeinden.htm

▶ Région d'Emilie-Romagne: loi relative à la lutte contre les émissions lumineuses indésirables et à l'économie d'énergie électrique. <http://crebrd.regione.emilia-romagna.it>

▶ République tchèque: loi contre les émissions lumineuses. <http://www.sbirka.cz>

Solutions techniques

▶ Kobler R.L., 2004. Stopp der Lichtverschmutzung. Informationsblatt des Kantons Basel-Landschaft. Herausgeber: AUE BL. http://www.basel-land.ch/docs/bud/aue/publ/main_publ.htm

