



## I - L'ATTRACTION, LA RÉPULSION, ET LES EFFETS SUR LES CAPACITÉS D'ORIENTATION

Un effet bien connu de l'éclairage artificiel nocturne est de prolonger l'expression de comportements diurnes ou crépusculaires pendant la nuit en facilitant l'orientation des animaux diurnes. Par exemple, de nombreuses espèces d'oiseaux (Hill 1990, Frey 1993, Thurber & Komar 2002) ou de reptiles diurnes (Schwartz & Henderson 1991, McCoid & Hensley 1993, Perry & Buden 1999, Henderson & Powell 2001) étendent leurs périodes d'alimentation à la nuit. Également, plusieurs espèces d'oiseaux diurnes chantent la nuit dans les habitats éclairés artificiellement (Derrikson 1988, Bergen & Abs 1997). Les conséquences de ces comportements en terme de succès reproducteur ou de survie sont inconnues, et peuvent être attendues en termes positifs comme négatifs. Elles sont potentiellement plus bénéfiques pour les prédateurs, qui peuvent s'alimenter plus longtemps, que pour les proies qui sont plus longtemps exposées à leurs prédateurs.

L'éclairage nocturne continu peut aussi désorienter les animaux qui évoluent naturellement en milieu obscur. L'effet le mieux étudié est celui des tortues marines qui éclosent sur les plages et s'éloignent naturellement des silhouettes sombres (les dunes ou la végétation du rivage naturel) pour atteindre l'océan. L'éclairage des fronts de mer ne leur permet plus de se baser sur ces silhouettes pour trouver l'océan, et aboutit à les désorienter (Peters & Verhoeven 1994, Salmon et al. 1995a, b, Adamany et al. 1997). Le choix des sites de ponte par les femelles est également sensible à l'éclairage nocturne



M. Théry - CNRS/MNH

Une éclosion de tortues luth (*Dermochelys coriacea*) en Guyane

(Salmon et al. 1995a, b). D'autres études ont montré que l'éclairage des rivages pouvait avoir une influence néfaste sur l'alimentation d'autres animaux (Bird et al. 2004). Afin de lutter pour la préservation d'espèces souvent menacées, plusieurs études ont recommandé la réduction des éclairages directs des rivages par :

- la réduction du nombre et de l'intensité des éclairages,
- le positionnement derrière les structures bâties,
- l'abaissement et la redirection pour ne pas éclairer les plages,
- la réhabilitation des dunes qui forment un ombrage naturel,
- la mise en place d'ombrages artificiels qui réduisent fortement la désorientation des jeunes tortues,
- le positionnement des sources lumineuses intérieures à l'écart des fenêtres.

Ces mesures ont d'abord été proposées en Floride, où il a été recommandé d'utiliser sur les rivages, des lampes à vapeur de sodium basse pression ou d'autres lampes riches en plus grandes longueurs d'ondes comme les "bug lights" qui n'attirent pas les insectes avec leur lumière jaune sans rayonnement ultraviolet (Witherington & Bjorndal 1991, Witherington & Martin 1996, Witherington 1997, Tuxbury & Salmon 2005).

Un autre effet de désorientation est celui des oiseaux migrateurs nocturnes qui s'approchent des sources lumineuses lorsqu'ils volent bas par mauvais temps ou en fin de nuit. Beaucoup d'oiseaux se retrouvent "piégés" par la lumière et ne peuvent quitter le halo lumineux (Ogden 1996). Ils se cognent alors entre eux ou contre les structures, s'épuisent ou sont capturés par un prédateur. Il existe de nombreux exemples d'attraction des oiseaux par les phares (Bretherton 1902, Squires & Hanson 1918, Jones & Francis 2003), les tours (Cochran & Graber 1958), les bateaux (Dick & Donaldson 1978, Lambert 1988), les serres, et les plates-formes offshore (Wiese et al. 2001) qui se traduisent par une mortalité accrue des oiseaux migrateurs nocturnes. Cependant des mesures peuvent être prises pour réduire les impacts. Par exemple en 1989, sur le lac Erie au Canada, le changement des caractéristiques du faisceau lumineux d'un phare (réduction de moitié de la puissance, réduction de la largeur du faisceau) s'est traduit par une réduction drastique du nombre d'oiseaux tués. Les recommandations émises à cette occasion se sont traduites par l'abandon d'un faisceau lumineux tournant et l'adoption d'un système stroboscopique qui réduit la mortalité d'oiseaux mais ne compromet ni la sécurité des avions ni celle des bateaux (Jones & Francis 2003).

Comme pour l'émergence des jeunes tortues, le premier envol des oiseaux nocturnes, ou de ceux qui nichent au fond de terriers, peut être perturbé par l'éclairage artificiel (Hadley 1961). Par exemple, dans les années 1980 à Hawaï, plusieurs espèces de Puffins et de Pétrils étaient

menacées car les jeunes étaient attirés par les éclairages artificiels lors de leur premier envol des colonies (Reed et al. 1985, Ainley et al. 1997, Podolsky et al. 1998). Le simple fait d'installer des réflecteurs sur les principaux éclairages, s'est traduit par une réduction de la mortalité des jeunes d'environ 40 %. Les études ont aussi montré que les effets d'attraction étaient particulièrement marqués une à quatre heures après le crépuscule et pendant les nuits sans lune. L'impact de l'éclairage nocturne a aussi été démontré chez deux espèces de Pétrels et une espèce de Puffins à l'Île de la Réunion (Le Corre et al. 2002) : 94 % des oiseaux attirés par la lumière étaient des jeunes quittant le nid, et de 20 à 40 % de ces jeunes sont attirés par les éclairages chaque année, ce qui peut avoir de graves conséquences pour leur préservation.



*Pétrel de Barrau (Pterodroma barau),  
espèce menacée endémique de l'île de la Réunion,  
attiré par les éclairages nocturnes*

L'éclairage des rues concentrait 61 % des mortalités, celui des installations sportives situées à proximité des colonies 17 %, et celui des installations portuaires 11 %. Le phénomène apparaît relativement récent à la Réunion, bien qu'il ait été décrit dès les années 1960 (Jouanin & Gill 1967). Les recommandations émises sont similaires à celles proposées à Hawaï : la pose d'éclairages publics avec systèmes optiques qui minimisent leur visibilité par les oiseaux, et la réduction des éclairages publics, particulièrement près des zones de reproduction lors de la dispersion des jeunes (en avril). Ce problème est prégnant pour les Pétrels, qui sont souvent des espèces endémiques menacées de disparition et concernées par les conventions de protection de la biodiversité. Ces préoccupations ont aussi amené la mise en place de campagnes de récupération des oiseaux attirés par la lumière, qui sont ensuite relâchés dans de meilleures conditions. Outre à la Réunion, ces campagnes ont été menées aux îles Canaries, à Hawaï, en Nouvelle-Zélande, et en Polynésie française (revue par Le Corre et al. 2002). Les mesures prises à Hawaï depuis 1978 ont permis de

largement réduire la mortalité des jeunes Pétrels. Celles menées à la Réunion doivent être poursuivies par le suivi d'individus marqués pour évaluer les effets de ces campagnes de sauvegarde.

Quelques rares études montrent que l'éclairage nocturne perturbe la reproduction d'espèces animales. Des grenouilles sont moins sélectives envers leur partenaire et s'accouplent plus rapidement, phénomène interprété comme un évitement de la prédation qui est accrue par l'éclairage (Rand et al. 1997). L'éclairage nocturne est bien connu pour attirer les batraciens et perturber leur système visuel (Jaeger & Hailman 1973, Buchanan 1993), ce qui peut se traduire par leur écrasement le long des routes. Chez les oiseaux, une étude a été menée pour mesurer les effets de l'éclairage nocturne et du bruit de la circulation sur la reproduction de la Barge à queue noire (De Molenaar et al. 2000), un oiseau qui se reproduit dans les zones humides de Hollande. Une première année sans éclairage sur une autoroute a été comparée aux deux années suivantes avec éclairage. Pour distinguer l'effet du trafic de celui de l'éclairage, l'expérience a étudié la reproduction le long d'une route à moindre trafic dont l'éclairage était allumé simultanément à celui de l'autoroute. L'étude a conclu que la densité des nids était réduite jusqu'à 300 mètres des zones éclairées. De même, les premiers couples arrivés choisissent de se reproduire dans les zones sans éclairage, qui sont ensuite progressivement utilisées par les reproducteurs tardifs. Cependant, il est difficile de séparer les effets de l'éclairage de ceux du bruit et de l'aménagement routier, et les chercheurs concluent que les résultats ne sont qu'indicatifs. La plasticité du comportement pourrait aussi se traduire par des adaptations comportementales à l'éclairage nocturne, ce qui ne peut être mis en évidence que par des études à moyen terme.

Le changement des conditions naturelles d'éclairage peut aussi altérer la communication visuelle des espèces qui produisent leur propre lumière pour communiquer, comme les lucioles ou de nombreuses espèces océaniques. L'éclairage nocturne est susceptible de perturber ce comportement et d'expliquer leur disparition des zones colonisées par l'homme (Llyod 1994).

Les insectes, et plus particulièrement les papillons de nuit, sont attirés par les éclairages nocturnes. Ce phénomène est bien connu des collecteurs d'insectes, qui utilisent des pièges lumineux riches en radiations UV pour les attirer, ou par les aménageurs qui ne désirent pas attirer des nuées d'insectes autour des éclairages publics. Par exemple, Eisenbeis et Hassel (2000) ont comparé le pouvoir attractif de lampes à vapeur de mercure, de sodium haute pression, et à vapeur de sodium-xénon sur l'attraction des insectes nocturnes. Ils ont conclu que les lampes à vapeur de sodium haute pres-

sion, qui  
d'améliore  
réduisant  
rés, et de  
Des résult  
Allemagne  
pour sa na  
pression  
résultat es  
l'effet d'a  
sodium ha  
effets de  
insectes s  
remarque  
certains g  
de 40 esp  
gne lumie  
(Sustek 19

II - L'ÉC  
DES

Non seule  
nocturnes  
comporter  
Rydell 199  
par des cr  
trasons, a  
par une la  
portement  
des cas à  
papillons  
L'éclairage  
donc accre  
dateurs no  
en terme  
chaves-si  
cette expé  
au sodium

Comme n  
qui étend  
nocturne,  
de l'éclair  
s'alimente  
d'araignée  
1991, 199  
proies par  
bénéfique  
pour les  
espèces q  
altérer la  
de proies)  
exploitent

sion, qui donnent un éclairage orange, permettaient d'améliorer la conservation de la faune d'insectes en réduisant de plus de moitié le nombre d'individus capturés, et de plus de 75 % la capture des papillons de nuit. Des résultats comparables ont été obtenus, toujours en Allemagne, par Kolligs (2000). Franck (1988) constate pour sa part, que les lampes à vapeur de sodium basse pression sont moins nuisibles aux papillons de nuit. Ce résultat est confirmé par Rydell (1992), qui a comparé l'effet d'attraction des papillons par des lampes au sodium haute et basse pression de même intensité. Les effets de la température de couleur des lampes sur les insectes sont donc importants. On peut cependant remarquer l'étonnante plasticité comportementale de certains groupes animaux. Par exemple, un assemblage de 40 espèces de coléoptères attiré par une seule enseigne lumineuse peut parvenir à subsister en pleine ville (Sustek 1999).

## II - L'ÉCLAIREMENT ET L'ÉQUILIBRE DES RELATIONS PRÉDATEUR-PROIE

Non seulement les insectes sont attirés par les éclairages nocturnes, mais l'éclairage peut aussi interférer avec leur comportement de fuite des prédateurs (Svensson & Rydell 1998). Par exemple, l'attaque de papillons de nuit par des chauves-souris a été simulée par l'émission d'ultrasons, alors que les papillons étaient éclairés ou non par une lampe de 125 W à vapeur de mercure. Le comportement de fuite a été inhibé dans presque la moitié des cas à moins de 4 mètres de la lampe, alors que les papillons répondent par la fuite sans éclairage artificiel. L'éclairage blanc bleuté des lampes au mercure peut donc accroître la vulnérabilité des papillons à leurs prédateurs nocturnes, ce qui peut avoir des conséquences en terme de conservation des papillons comme des chauves-souris. Il pourrait être intéressant de renouveler cette expérience avec d'autres lampes, par exemple celles au sodium haute pression.

Comme nous l'avons montré pour les espèces diurnes qui étendent leurs périodes d'activité avec l'éclairage nocturne, de nombreuses espèces nocturnes profitent de l'éclairage pour exploiter l'abondance d'insectes et s'alimenter plus efficacement. C'est par exemple le cas d'araignées (Heiling 1999) ou de chauves-souris (Rydell 1991, 1992) qui exploitent l'attraction naturelle de leurs proies par la lumière. Ce phénomène peut apparaître bénéfique pour les espèces prédatrices, mais coûteux pour les proies. Cependant, en ne bénéficiant qu'aux espèces qui exploitent ces sources d'alimentation, il peut altérer la structure des communautés de prédateurs (et de proies). Par exemple, les chauves-souris au vol rapide exploitent les insectes autour des éclairages, alors que

les espèces à vol lent évitent les éclairages (Blake et al. 19994, Rydell & Baagoe 1996). Le remplacement des lampes au mercure par des lampes au sodium se traduit par une moindre attraction des papillons de nuit, ce qui peut affecter les espèces communes mais pas les espèces rares qui évitent les éclairages nocturnes (Rydell & Baagoe 1996).

De même dans les océans, l'éclairage nocturne peut altérer les relations prédateur-proie. Par exemple, les Daphnies (zooplancton) se déplacent verticalement dans la colonne d'eau, de manière à éviter la lumière et la prédation, et un éclairage correspondant à la moitié de celle de la pleine lune (< 0,1 lux) suffit à influencer cette migration verticale quotidienne d'invertébrés aquatiques (Dodson 1990). L'éclairage artificiel nocturne réduit ces mouvements, autant dans leur amplitude que par le nombre d'individus (Moore et al. 2000). Ce processus peut paraître anodin mais peut avoir de graves conséquences écologiques, comme le développement des algues en surface qui peut gravement altérer la qualité de l'eau.

## III - L'UTILISATION DE L'ATTRACTION LUMINEUSE PAR L'HOMME

Les gestionnaires de l'environnement et les aménageurs peuvent utiliser ces réponses naturelles des animaux à la lumière artificielle. L'attraction des poissons par l'intensité modérée de lampes à vapeur de mercure est exploitée pour les guider vers les échelles qui permettent de franchir les barrages des rivières (Haymes et al. 1984, Larinier & Boyer-Bernard 1991a, b, Nemeth & Anderson 1992, Croze et al. 1999). De la même manière, des attracteurs lumineux sont utilisés sur la grande barrière de corail pour attirer durablement les larves de poissons vers les coraux (Munday et al. 1998). Concernant les espèces terrestres, Beier (1995) a montré en Californie que les jeunes Cougars se dispersaient le long de corridors boisés sans éclairage nocturne. Ce comportement est utilisé pour permettre une dispersion efficace mais aussi pour empêcher l'approche des animaux des zones les plus habitées. En terme d'aménagement urbain, les recherches ont montré que les dortoirs de Corneilles d'Amérique s'installaient dans des zones bien éclairées, ce qui peut être utilisé pour éviter l'installation de grandes quantités d'oiseaux dans les arbres des villes (Gorenzel & Salmon 1995). Dans une optique plus industrielle, l'attraction des poissons par la lumière est également utilisée par les pêcheries industrielles (Gordon et al. 2002). Les céphalopodes et les crustacés sont aussi capturés par les filets éclairés (Hargreaves et al. 1993, Clarke & Pascoe 1998).

## IV - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En conclusion, l'éclairage nocturne peut avoir de nombreuses conséquences sur la faune sauvage. Il peut perturber l'orientation d'espèces nocturnes, notamment lorsque les animaux sont amenés à proximité des lumières lors de leur migration, à leur éclosion ou lors de la dispersion des jeunes. Si l'éclairage peut avoir des effets positifs en étendant la durée d'activité de certains prédateurs diurnes, il peut en retour avoir des conséquences néfastes sur les espèces proies ou repousser les espèces qui recherchent l'obscurité. L'éclairage peut être utilisé efficacement pour protéger les animaux et doit être pris en compte dans les plans d'aménagement. Différentes mesures peuvent être prises pour en réduire les effets néfastes :

- L'utilisation de réflecteurs qui empêchent d'éclairer le ciel ou certaines zones sensibles comme la proximité des zones d'éclosion.

- L'utilisation de lampes moins attractives car pauvres en ultraviolet, notamment les lampes à vapeur de sodium haute pression.

- La réduction de l'éclairage à des périodes clés pour certaines espèces menacées, par exemple lors de l'éclosion de tortues marines et d'oiseaux terricoles ou nocturnes, et plus particulièrement pendant les nuits sans lune quelques heures après le crépuscule.

- La conservation ou l'aménagement de corridors non éclairés permettant les déplacements des espèces nocturnes et leur alimentation, leur reproduction ou leur migration.

## V - RÉFÉRENCES CITÉES

Adamany SL, Salmon M, et al. 1997. Behavior of sea turtles at an urban beach: III. Costs and benefits of nest caging as a management strategy. *Florida Scientist* 60: 239-253.

Ainley DG, Podolsky R, et al. 1997. New insights into the status of the Hawaiian Petrel on Kauai. *Colonial Waterbirds* 20: 24-30.

Beier P. 1995. Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. *Journal of Wildlife Management* 59: 228-237.

Bergen F & Abs M. 1997. Etho-ecological study of the singing activity of the blue tit (*Parus caeruleus*), great tit (*Parus major*) and chaffinch (*Fringilla coelebs*). *Journal fur Ornithologie* 138: 451-467.

Bird BI, Branch LC & Miller DL. 2004. Effects of coastal lighting on foraging behavior of beach mice. *Conservation Biology* 18: 1435-1439.

Blake DA, Huston M, et al. 1994. Use of lamplit roads by foraging bats in southern England. *Journal of Zoology* 234: 453-462.

Bretherton BJ. 1902. The destruction of birds by lighthouses. *Osprey* 1: 76-78.

Buchanan BW. 1993. Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs. *Journal of Herpetology* 32: 270-274.

Clarke MR & Pascoe PL. 1998. The influence on an electric light on the capture of oceanic cephalopods by a midwater trawl. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 78: 561-575.

Cochran WW & Graber RR. 1958. Attraction of nocturnal migrants by lights on a television tower. *Wilson Bulletin* 70: 378-380.

Croze O, Chanseau M, et al. 1999. Efficiency of a downstream bypass for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts and fish behaviour at the Camon hydroelectric powerhouse water intake on the Garonne river. *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture* 353-354: 121-140.

De Molenaar JG, Jonkers DA & Sanders ME. 2000. Road illumination and nature. III. Local influence of road lights on a black-tailed godwit (*Limosa l. limoas*) population. *Alterra*.

Derrickson KC. 1988. Variation in repertoire presentation in northern mockingbirds. *Condor* 90: 592-606.

Dick MH & Donaldson W. 1978. Fishing vessels endangered by crested auklet landing. *Condor* 80: 235-236.

Dodson S. 1990. Predicting diel vertical migration in zooplankton. *Limnology and Oceanography* 35: 1195-1200.

Eisenbeis G & Hassel F. 2000. Attraction of nocturnal insects to street lights – a study of municipal lighting systems in a rural area of Rheinhessen (Germany). *Natur und Landschaft* 75: 145-156.

Franck KD. 1988. Impact of outdoor lighting on moths: An assessment. *Journal of the Lepidopterists' Society* 42: 63-93.

Frey JK. 1993. Nocturnal foraging by Scissor-Tailed Flycatchers under artificial light. *Western Birds* 24: 200.

Gordon JDM, Bergstad OA & Pascoe PL. 2002. The influence of artificial light on the capture of deep-water demersal fish by bottom trawling. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 339-344.

Gorenzel WP & Salmon TP. 1995. Characteristics of American Crow urban roosts in California. *Journal of Wildlife Management* 59: 638-645.

- Hargreaves PM, Herring PJ & Greenway H. 1993. The response of tropical atlantic decapod crustaceans to artificially lighted trawls. *Journal of Plankton Research* 15: 835-853.
- Haymes GT, Patrick PH, et al. 1984. Attraction of fish to mercury vapor light and its application in a generating station forebay. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* 69: 867-876.
- Heiling AM. 1999. Why do nocturnal orb-web spiders (Araneidae) search for light? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 46: 43-49.
- Henderson RW & Powell R. 2001. Responses by the West Indian Herpetofauna to human-induced resources. *Caribbean Journal of Science* 37: 41-54.
- Hill D. 1990. The impact of noise and artificial light on waterfowl behavior: a review and synthesis of available literature. *British Trust for Ornithology Research Report No. 61*.
- Jaeger RG & Hailman JP. 1973. Effect of intensity on the phototactic responses of adult anuran amphibians: a comparative survey. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 33 : 352-407.
- Jones J & Francis CM. 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. *Journal of Avian Biology* 34: 328-333.
- Jouanin C & Gill F. 1967. Recherche du Pétrel de Barau *Pterodroma Baraui*. *L'O.R.F.O.* 37 : 1-19.
- Kolligs D. 2000. Ecological effects of artificial light sources on nocturnally active insects, in particular on butterflies (Lepidoptera). *Faunistisch Oekologische Mitteilungen Supplement* 28 : 1-136.
- Lambert K. 1988. Nocturnal migration activity of seabirds in the Gulf of Guinea. *Beitraege zur Vogelkunde* 34: 29-35.
- Larinier M & Boyer-Bernard S. 1991. Downstream migration of smolts and effectiveness of a fish bypass structure at Halsou Hydroelectric Powerhouse on the Nive River. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 321: 72-92.
- Larinier M & Boyer-Bernard S. 1991. Smolts downstream migration at Poutes Dam on the Allier River: Use of mercury lights to increase the efficiency of a fish bypass structure. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 323: 129-148.
- Le Corre M, Ollivier A, Ribes S & Jouventin P. 2002. Light-induced mortality of petrels: A 4-year study from Reunion Island (Indian Ocean). *Biological Conservation* 105 : 93-102.
- Llyod JE. 1994. Where are the lighting bugs ? *Fireflyer Companion* 1: 1, 2, 5, 10.
- Longcore T & Rich C. 2004. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2 : 191-198.
- McCoid MJ & Hensley RA. 1993. Shifts in activity patterns in lizards. *Herpetological Review* 24: 87-88.
- Moore MV, Pierce SM, Walsh HM, Kvalvik K & Lim JD. 2000. Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. *Proceeding of the International Society of Theoretical and Applied Limnology* 27: 779-782.
- Munday PL, Jones GP, et al. 1998. Enhancement of recruitment to coral reefs using light-attractors. *Bulletin of Marine Science* 63: 581-588.
- Nemeth RS & Anderson JJ. 1992. Response of juvenile coho and chinook salmon to strobe and mercury vapor lights. *North American Journal of Fisheries Management* 12: 684-692.
- Ogden LJE. 1996. Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds. *WWW Canada*.
- Perry G & Buden DW. 1999. Ecology behavior and color variation of the green tree skink, *Lamprolepis smaragdina* (Lacertilla: Scincidae), in Micronesia. *Micronesia* 31: 263-273.
- Peters A & Verhoeven KJF. 1994. Impact of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles. *Journal of Herpetology* 28: 112-114.
- Podolsky R, Ainley DG, et al. 1998. Mortality of Newell's shearwaters caused by collisions with urban structures on Kauai. *Colonial Waterbirds* 21: 20-34.
- Rand AS, Bridarolli ME, Dries L & Ryan MJ. 1997. Light levels influence female choice in Túngara frogs: predation risk assessment? *Copeia* 1997: 447-450.
- Reed Jr, Sincok JL, et al. 1985. Light attraction in endangered procellariiform birds: Reduction by shielding upward radiation. *Auk* 102: 377-383.
- Rydell J. 1991. Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats *Eptesicus nilssonii*. *Holarctic Ecology* 14: 203-207.
- Rydell J. 1992. Exploitation of insects around street-lamps by bats in Sweden. *Functional Ecology* 6 : 744-750.
- Rydell J & Baagoe HJ 1996. Street lamps increase bat predation on moths. *Entomologisk Tidskrift* 117: 129-135.
- Salmon M, Reiners R, et al. 1995. Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. I. Correlates of nest placement. *Journal of Herpetology* 29: 560-567.

Salmon M, Tolbert MG, et al. 1995. Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. II. Hatchling orientation. *Journal of Herpetology* 29: 568-576.

Schwartz A & Henderson HW. 1991. Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions and natural history. University of Florida Press.

Squires WA & Hanson HE 1918. The destruction of birds at the lighthouses on the coast of California. *Condor* 20: 6-10.

Sustek Z. 1999. Light attraction of carabid beetles and their survival in the city centre. *Biologia (Bratislava)* 54: 539-551.

Svensson AM & Rydell J. 1998. Mercury vapour lamps interfere with the bat defence of tympanate moths (*Operophtera* spp., Geometridae). *Animal Behaviour* 55: 223-226.

Thurber WA & Komar O. 2002. Turquoise-browed motmot (*Eumomota superciliosa*) feeds by artificial light. *Wilson Bulletin* 114: 525-526.

Tuxbury SM & Salmon M. 2005. Competitive interactions between artificial lighting and natural cues during seafinding by hatchling marine turtles. *Biological Conservation* 121: 311-316.

Wiese FK, Montevecchi WA, et al. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the North-west Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 42: 1285-1290.

Witherington BE 1997. The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals. In: Clemmons JR & Buchholz R (eds) *Behavioral approaches to conservation in the wild*. Cambridge University Press.

Witherington BE & Bjorndal KA. 1991. Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles *Caretta caretta*. *Biological Conservation* 55: 139-149.

Witherington BE & Martin RE. 1996. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtles nesting beaches. Florida Marine Research Institute Technical Reports 2 : 1-73.

POS  
L'éd  
Du t  
Thén  
réflex  
rédu  
lumiè  
1. En  
être  
chaq  
la p  
marin  
tels c  
On n  
de co  
amér  
2. "I  
lumiè  
rédui  
Il faut  
par le  
(optim  
types  
qu'un  
seurs  
seillés  
guide  
3. "L'  
soulig  
Il faut  
res ou  
les lar  
tées a  
Quant  
cure é  
devrai  
tions