

INCIDENCES DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL DES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES SUR LES MILIEUX NATURELS

par

Pascal Raevel

Directeur des Études du GREET Ingénierie

89 rue du Général de Gaulle

F-59660 Merville

Tél. : 03.28.42.89.98

TCP : 03.28.42.01.81

E-mail : p.raevel/greeting@nordnet.fr

&

Florent Lamiot

Région Nord - Pas-de-Calais

Chargé de Missions auprès de la

Direction Environnement, Énergie et Déchets

Hôtel de Région / Centre Rihour

F-59555 Lille Cedex

Tél. : 03.28.82.74.16

TCP : 03.28.82.74.05

E-mail : deed@cr-npdc.fr

INTRODUCTION.

Contrairement à ce qui passe en Grande Bretagne, en Allemagne ou aux Pays-Bas, les incidences de l'éclairage artificiel, notamment créé par les infrastructures routières est très peu pris en considération. Peu étudiées, elles restent méconnues et ne sont donc que rarement prises en considération dans les études d'impact. Aucune mesure, ponctuelle ou globale de réduction ou de suppression de ce type de nuisance n'est donc appliquée à l'heure actuelle.

Des études écologiques fines, appliquées ou fondamentales, montrent que l'éclairage artificiel nocturne joue un rôle important. Il peut troubler les rythmes biologiques en dérégulant les horloges internes ou certains processus hormonaux, y compris chez l'Homme.

La lumière artificielle « fascine » certaines espèces animales et certaines sources lumineuses fonctionnent comme de véritables pièges écologiques. À l'opposé, certaines espèces dites 'lumifuges' (qui sont généralement des espèces nocturnes et/ou vivant dans les anfractuosités, le bois mort, dans le substrat, etc.) fuient la lumière, de jour comme de nuit.

LES EFFETS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

On peut distinguer au moins trois types d'effets selon que les sources lumineuses sont ponctuelles, en tâche ou linéaires. Les infrastructures routières entrent le plus souvent dans la troisième catégorie.

Les sources ponctuelles ont des impacts locaux (modifications écologiques) plus ou moins importants selon le site d'implantation et le type de source lumineuse. Dans le cas des phares côtiers, par exemple, il peut y avoir détournement ou perturbation des Oiseaux migrateurs nocturnes.

Les sources en tâche correspondent le plus souvent aux agglomérations urbaines et aux zones industrielles ou commerciales. Ces sources peuvent engendrer des modifications considérables des milieux dans lesquelles elles sont situées.

Enfin, les sources lumineuses linéaires correspondent le plus souvent aux routes et autoroutes.

La lumière est un paramètre fondamental de la vie et des milieux naturels. La lumière joue un rôle informatif et un rôle énergétique.

La fonction informative est la plus importante sur les plans biologique et écologique. Elle agit selon deux axes. Les effets prévisionnels (= neuro-endocriniens) sur les rythmes nycthémeraux et circannuels (par action physiologique sur les glandes). Les rythmes circadiens entraînent un réglage des fonctions physiologiques et des activités sur l'alternance nuit/jour. Il y a adaptation des rythmes endogènes à la longueur respective du jour et de la nuit (notion d'horloge biologique interne). Les rythmes circannuels procèdent au réglage des fonctions physiologiques et des activités sur le rythme des saisons (notion de calendrier biologique interne).

Les effets neuro-moteurs agissent sur le comportement : effets visuels et perceptifs. On peut citer, par exemple, la fixation de l'orientation spatiale, l'identification plus précise de l'environnement ou d'objets, l'adaptation et l'apprentissage à des stimuli lumineux (réactions de Pavlov), l'éblouissement physiologique et l'éblouissement psychologique.

La fonction énergétique peut être divisée en deux domaines principaux : les effets chimiques et les effets thermiques. Les effets chimiques de la lumière sont la source énergétique de certains processus biochimiques. par exemple, dans la photosynthèse utilisée par les plantes vertes, l'énergie lumineuse est transformée en matière organique. Les effets thermiques consistent en la transformation de l'énergie lumineuse en chaleur.

Les effets de la lumière sur la vie sauvage varient selon un certain nombre de paramètres physiques : la qualité de la lumière (bande spectrale), son intensité, sa fréquence d'émission, son régime temporel (durée) et l'orientation de la source et / ou du rayonnement.

Outre la sensibilité spécifique intrinsèque, la saison et l'heure du jour ou de la nuit, on peut également distinguer des effets directs de la lumière (par action sur la rétine par exemple), indirects (éclairage du crâne ou de toute autre partie du corps d'un animal) ou induits (par exemple, en modifiant la végétation, la lumière peut modifier les ressources trophiques ou l'habitat d'un animal ou en provoquant le chant d'un oiseau, elle peut perturber l'horloge interne d'un autre individu).

QUELQUES EXEMPLES SPÉCIFIQUES

La lumière et les Invertébrés.

Les Lucioles (*Lampyris nocticula*), appelées communément "vers luisants", ont développé un mode de communication basé sur la lumière. Le mâle, ailé, vole activement les soirs d'été à la recherche de la femelle (aptère), laissant apparaître sa lumière de manière intermittente (cette lumière est produite par un phénomène d'oxydation). Le mâle produit également des signaux à un rythme particulier. Ces signaux lumineux (518-656 nm) favorisent la rencontre des partenaires. Leur intensité est cependant très faible : il faut l'équivalent de 6000 lucioles pour obtenir l'intensité d'une bougie ! L'éclairage artificiel réduit voire annihile les possibilités de rencontre entre partenaires, donc la reproduction, donc, à plus ou moins court terme, met l'espèce en péril.

Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar*).

Un éclairage constant a un effet stérilisant sur le Bombyx disparate. La disparition du rythme nuit / jour réduit la quantité de sperme produite et celui-ci stagne dans les conduits.

La lumière et les Poissons.

L'influence de la lumière sur la migration des **Anguilles** (*Anguilla anguilla*). La migration des Anguilles a surtout lieu de nuit, sauf dans les eaux très turbides. Ceci est surtout vrai en début de période de migration. L'évolution de la pigmentation, et en particulier la tache cérébrale, semble jouer un rôle important dans ces changements de comportement. Il faut attendre la mise en place complète de la tache cérébrale et l'extension du pigment noir superficiel sur la tête pour obtenir une protection efficace du cerveau et des lobes optiques. Ce n'est qu'à ce moment-là que la civelle pourra migrer en surface et en plein jour ou effectuer des reptations hors de l'eau sur des substrats humides. Le rôle exact de l'éclairage nocturne n'est pas connu, mais il est vraisemblable que la migration puisse être, au moins partiellement, bloquée. On a utilisé, aux Pays-Bas, depuis une trentaine d'années l'éclairage comme source de protection pour les Anguilles migratrices afin de leur éviter de passer dans les zones de pompage (turbines) (Raad, 1994).

La lumière et les Amphibiens.

L'influence de la lumière sur la migration nocturne des Amphibiens (Anura & Urodela). Les Amphibiens alternent des phases aquatiques et terrestres tout au long de leur cycle annuel. Pour ce faire, ils effectuent des migrations saisonnières. La migration nocturne des Amphibiens a été étudiée le long de la rivière Waal aux Pays-Bas (Creemers, 1992). Cette recherche a montré que les sections illuminées d'une digue étaient plus fréquentées par les animaux migrateurs que les sections non éclairées.

Une étude expérimentale en laboratoire (Jaeger & Hailman, 1973) concernant 121 espèces d'Amphibiens Anoures a montré que 87 % d'entre elles montraient une attraction (phototropisme positif).

La lumière et les Oiseaux.

La migration des Oiseaux est le résultat d'une longue évolution qui a permis à ces animaux de coloniser de très nombreux milieux. Deux fois par an, certaines espèces effectuent des déplacements de plusieurs centaines à plusieurs milliers de kilomètres. Pour s'orienter et naviguer au cours de leurs migrations, ils utilisent, en combinaison, tous leurs sens et différentes sources d'information selon les circonstances et l'heure (champ magnétique, étoiles, soleil, repères topographiques, etc.). L'orientation simple consiste à suivre une certaine direction, mais la navigation implique qu'on se dirige vers un but précis. Un grand nombre d'espèces d'Oiseaux (environ les deux tiers des espèces européennes) entreprennent tout ou partie de leur migration la nuit. Il semble (dans l'état actuel de nos connaissances) que ni la Lune, ni les planètes, ne soient utilisées par les Oiseaux pour leur orientation. En revanche, les étoiles le sont. Les premiers travaux de l'ornithologue allemand Kramer ont mis en évidence cette agitation migratoire (*zugunruhe*). On a placé, à cette fin, des oiseaux dans des planétariums pour étudier leurs positionnements par rapport aux différents ciels projetés. Le dérèglement de l'horloge interne des Oiseaux peut provoquer des erreurs d'appréciation lors de la navigation. Ceci peut avoir des conséquences importantes (souvent catastrophiques pour les individus concernés) si leur horloge interne ne leur donne plus la 'bonne heure'.

Exemples d'erreurs théoriques de navigation liées à un dérèglement de l'horloge interne des Oiseaux migrants (d'après Mead, 1983).

Décalage de l'horloge	Déviation de la trajectoire par rapport à l'objectif	
	Erreur de longitude (*)	Déviation après 500 km
1 minute	20 km	2 km
5 minutes	100 km	11 km
10 minutes	200 km	22 km
30 minutes	600 km	65 km

* à la latitude moyenne de l'Europe

La lumière et les Mammifères.

L'influence de la lumière artificielle sur la répartition spatiale des **chauves-souris** (*Chiroptera*). Une étude suisse (Reinhold, 1993) a montré que plusieurs espèces exploitaient préférentiellement les abords des zones éclairées par attraction secondaire. En effet, les Chiroptères sont tout à fait capable, par leur système d'écholocation, de chasser dans l'obscurité complète. Toutefois, la lumière a une influence majeure dans l'attraction des Insectes. Les concentrations d'Insectes volant autour des lampadaires attirent, à leur tour, les chauves-souris, notamment celles à vol rapide. Ainsi, ce chercheur a montré qu'environ 75 % des contacts avec la **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) avaient lieu à proximité des zones éclairées.

Ici également, cet apparent aspect positif (facilitation de la capture des Insectes) cache une situation beaucoup plus complexe. Il y a favorisation de certains Chiroptères au détriment d'autres, risque de surexploitation des stocks de proies. Les espèces qui se concentrent dans les zones éclairées sont exposées à d'autres facteurs de mortalité (pollution, obstacles, ...). Qu'en est-il des zones et des proies habituellement exploitées par les espèces qui se concentrent autour des zones éclairées ? La surexploitation du plancton aérien urbain par les chauves-souris n'entraîne-t-elle pas une compétition au détriment des Oiseaux (hirondelles et martinets par exemple) ?

*Remerciements à
Hans de Vries
Hedwig van Hemel
et à tous les naturalistes qui nous ont communiqué des
informations.*

RÉFÉRENCES PRINCIPALES

de MOLENAAR, J.G., JONKERS, D.A. & R.J.H.G. HENKENS, 1998. *Wegverlichting en natuur. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur.* DWW Ontsnipperingsreeks Deel 34, Delft.

RAEVEL, P. & F. LAMIOT, 1998. *Les incidences de l'éclairage artificiel sur les composantes biologiques des milieux naturels*. 1er Congrès Européen pour la Protection du Ciel Nocturne, Paris-La Villette, 8 juin 1998.

QUELQUES PISTES DE SOLUTION

La Direction Environnement, Énergie et Déchets du Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais a proposé, en 1997, au Ministère de l'Environnement, lors d'un séminaire sur l'aménagement du territoire ainsi que lors des « 3èmes Assises Nationales du Paysage (Versailles 1997), non pas de supprimer les éclairages nocturnes, mais de les adapter. On pourrait ainsi réduire les zones éclairées, voire adapter le rythme de l'éclairage aux besoins du trafic ou modifier les systèmes d'éclairage (orientation des lampadaires, puissance et spectre d'émission des lampes, etc.). Des essais sont en cours d'étude ou de réalisation dans quelques villes (Nord - Pas-de-Calais et Alsace) ou le long de l'autoroute A1. Des corridors ou des zones d'ombre (voire de noir total) peuvent être envisagés dans les sites d'enjeu patrimonial ou écologique particulier dans le cadre d'une planification efficiente et moderne de l'éclairage public. Ces mesures ne sont réellement efficaces que si elles s'appliquent à des échelles intercommunales, au minimum, et au mieux interrégionale ou internationale. Outre la réduction des nuisances environnementales, cela aurait comme corollaire d'importantes économies d'énergie (30 à 50 %), la création d'emplois spécialisés et une amélioration sensible du fonctionnement des écosystèmes.

Au Nord de Paris, le Conseil Régional de Picardie et celui du Nord - Pas-de-Calais ont montré leur intérêt pour de telles réflexions. Les associations et les professionnels de l'environnement se sont mis au travail. Les écologues ont trouvé des partenaires motivés auprès des sociétés locales d'astronomie qui, pour d'autres raisons (les fenêtres de ciel 'pur', i.e. non éclairé, ne cessent de se réduire), subissent les mêmes gênes. Un Comité National pour la Protection du Ciel Nocturne (*) a été créé en juin 1998 à l'occasion du premier Congrès Européen pour la Protection du Ciel Nocturne. Une meilleure prise en compte de ces nuisances ne passera que par une réflexion et un travail en commun avec les professionnels de l'éclairage. Les solutions doivent être globales et intégrées dans les textes réglementaires ou contractuels, tels que les chartes d'écologie urbaine, les chartes d'environnement, les plans municipaux d'éclairage et, surtout, dans les chartes des Parcs Naturels Régionaux. Cela est tout particulièrement vrai pour les P.N.R. du Boulonnais et de l'Audomarois où d'importants programmes d'inventaire et de protection des Chiroptères sont en cours et visent à la conservation de ces animaux très menacés. Cette démarche est bien accueillie par les médias et la population.

* *Comité National pour la Protection du Ciel Nocturne, c/o Société Astronomique de France, 3 rue Beethoven, 75016 Paris.*