IMPACTS DE LA POLLUTION LUMINEUSE SUR LA BIODIVERSITE

Jean-Philippe SIBLET
Directeur du Service du Patrimoine Naturel
Muséum National d'Histoire Naturelle

U2B – Maison des acteurs du Paris durable – 15 mars 2017

UNE PRISE DE CONSCIENCE RECENTE

Le terme « pollution lumineuse » est apparu récemment dans la littérature. Certains auteurs ont même proposés une autre terminologie « photopollution » englobant l'ensemble des lumières ayant des impacts négatifs sur la faune et la flore sauvage (Verheijen, 1985)

UN PHENOMENE MIS EN EVIDENCE PAR LES ASTRONOMES

MAIS DÉJÀ CONNU DES ORNITHOLOGUES DEPUIS LONGTEMPS

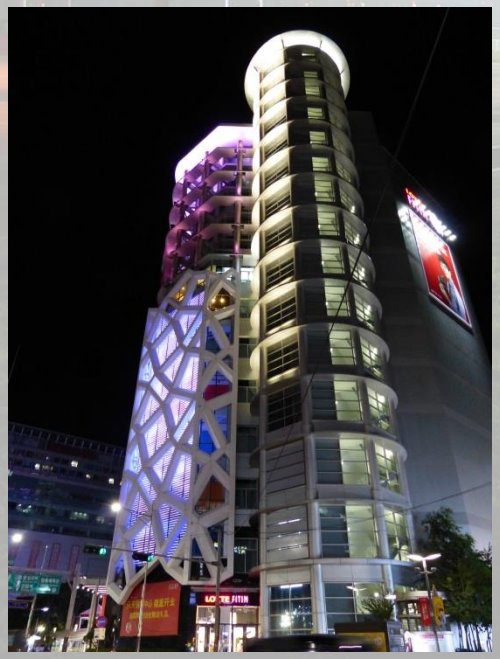
DEFINITION

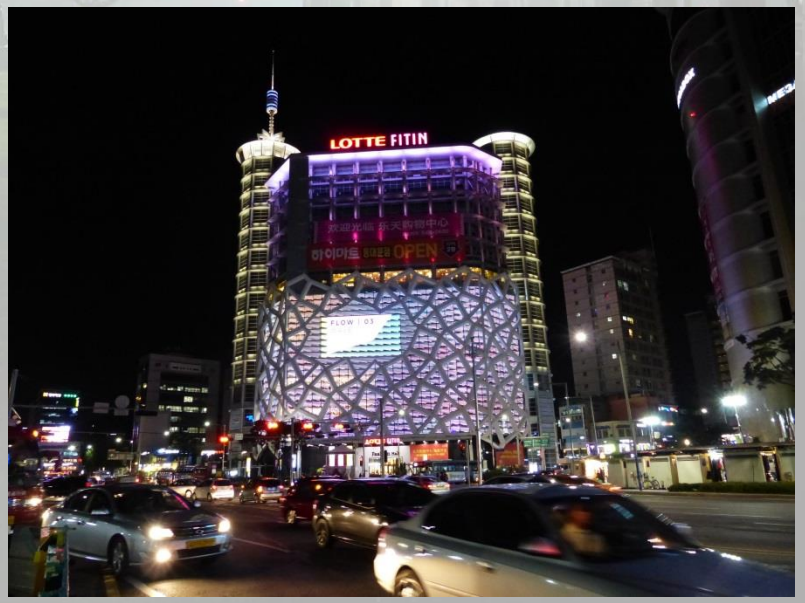
«Lumière artificielle qui altère les cycles de la lumière naturelle (journalier et saisonnier) et modifie la composante nocturne de l'environnement. »
Rich & Longcore – 2004

Kobler (2002) donne une définition opérationnelle : « la pollution lumineuse est le rayonnement lumineux infrarouge, UV et visible émis à l'extérieur ou vers l'extérieur, et qui par sa direction, intensité ou qualité, peut avoir un effet nuisible ou incommodant sur l'homme, sur le paysage ou les écosystèmes ».

TROIS TYPES DE POLLUTIONS LUMINEUSES

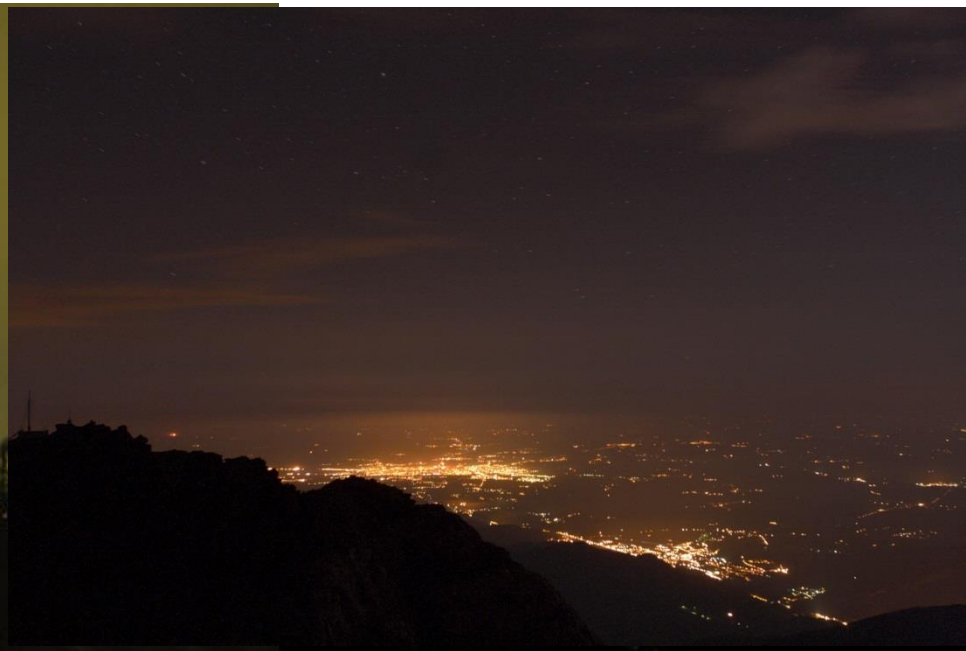
LA SUR-ILLUMINATION DÛE A UNE PUISSANCE LUMINEUSE EXCESSIVE



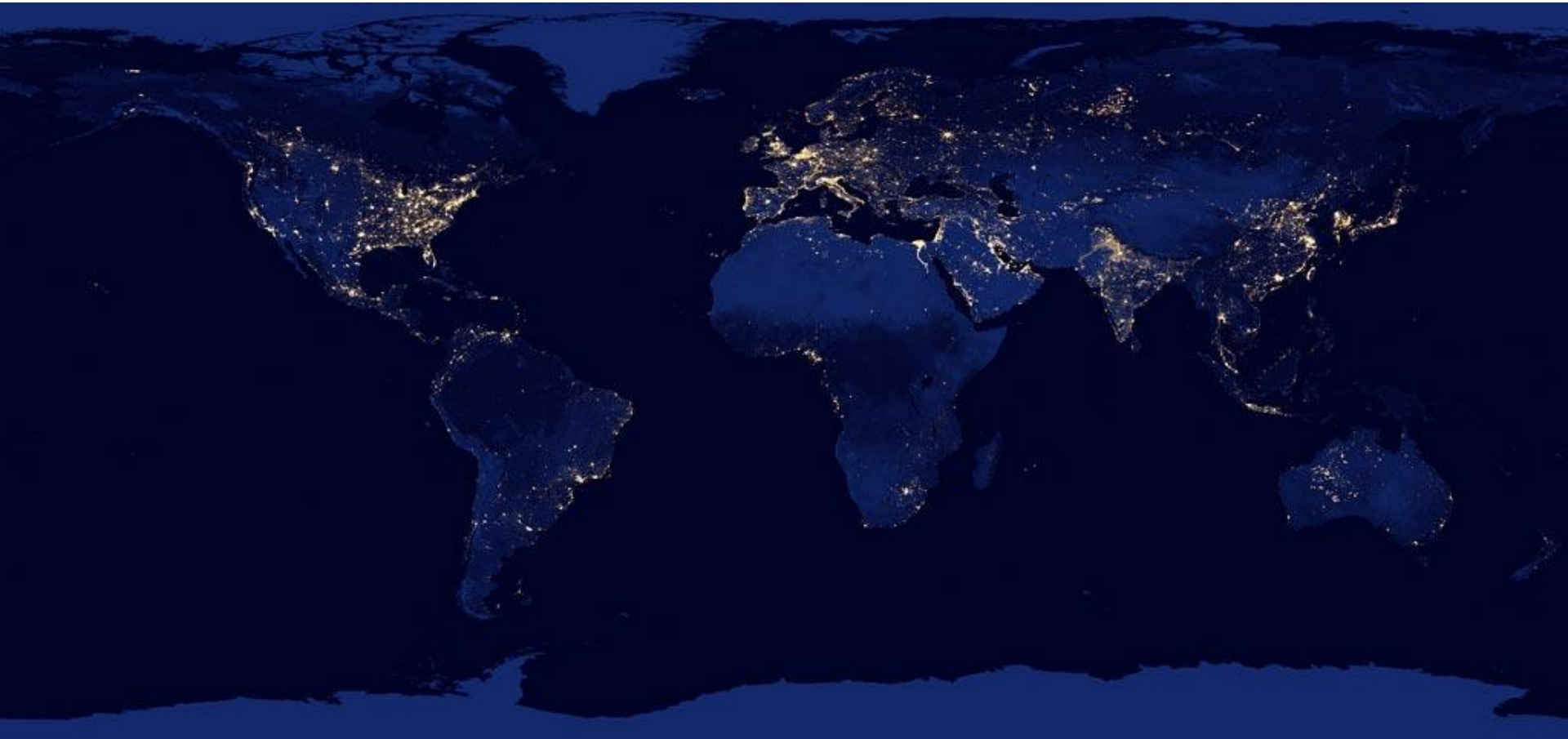


L’EBLOUISSEMENT

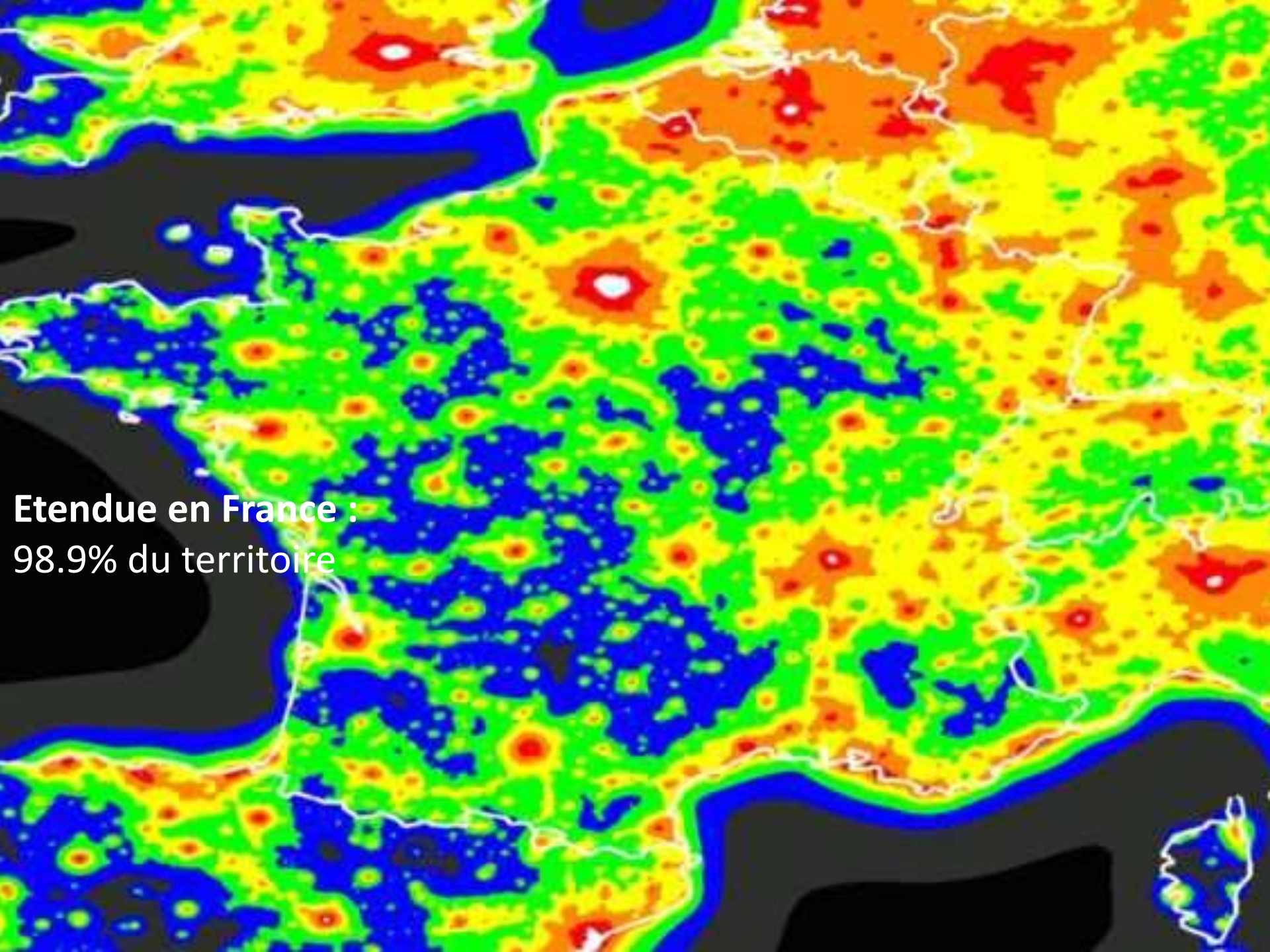
LA LUMINESCENCE DU CIEL NOCTURNE



Etendue dans le monde :
(relevés satellites 1996/1997)
- 18.7% des terres émergées
- Croissance + 10% / an en Europe



ISS025E009858


Etendue en France :
98.9% du territoire

Perte visibilité du ciel nocturne :
(la Voie Lactée)
- 1/5 de la population mondiale
- 2/3 de la population des Etats-Unis
- 1/2 de la population Union Européenne
- 51% de la population française

Cinzano et al. 2001

POLLUTION LUMINEUSE ECOLOGIQUE : DEFINITION

« Lumière artificielle qui altère le cycle naturel jour/nuit et qui, en conséquence, peut affecter les organismes vivants et leurs écosystèmes.» *Rich & Longcore : 2004*

La lumière interagit avec les organismes vivants (synchronisation rythmes biologiques, comportements et fonctions physiologiques)

28% des vertébrés et 64.4% des invertébrés sont exclusivement ou partiellement nocturnes
Holker et al. – 2010

La pollution lumineuse peut modifier les rythmes biologiques, les comportements et les fonctions physiologiques générant des **impacts écologiques et physiologiques**

IMPACTS SUR LES ESPECES

LA POLLUTION LUMINEUSE JOUE UN RÔLE ATRACTIF OU REPULSIF QUI AFFECTE LES COMPORTEMENT DES ESPECES

ROLE ACTRACTIF

On parle de « phototaxie positive », lorsque les animaux sont attirés par la lumière, ou de « phototaxie négative » lorsqu'au contraire ils cherchent à s'en éloigner

LES INVERTEBRES

Le phénomène d'attraction des Insectes nocturnes par la lumière est bien connu (Betz 1961, Blab & al. 1988, Brusseaux 1991, Lhonoré 1987). Kolligs (2000) a montré que les insectes attirés par les lampes étaient à 99% des moustiques, des papillons, des mouches et des coléoptères.

Eisenbeis a aussi établi une corrélation entre le nombre d'insectes attirés et l'intensité des lampes, ainsi qu'entre type de lampe (spectre) et le nombre d'insectes piégés. Selon lui les lampes au sodium basse pression sont les moins nuisibles pour l'entomofaune nocturne (entre 2 et 4 fois moins d'insectes attirés).

LES OISEAUX

En période de nidification, les oiseaux et les juvéniles peuvent être attirés par des sources lumineuses parasites ce qui a pour conséquence de les empêcher de regagner leur nid ou de trouver leur direction. Cette situation est particulièrement dramatique pour les procellariformes (Telfer & al. 1987). Pour le Pétrel de Barau, espèce endémique de l'île de la Réunion la principale menace est la mortalité due aux lumières artificielles (Le Corre & al. 2002)

EFFET REPULSIF

Des études montrent que la densité des nids de Barges à queue à noire (*Limosa limosa*) dans des prairies humides hollandaises est nettement plus faibles à proximité des routes éclairées que de celles qui ne le sont pas, et ce toutes conditions écologiques identiques par ailleurs. Cet effet répulsif est sensible jusqu'à plus de 300 m de la route (De Molenaar & al., 2000).

IMPACT DE LA POLLUTION LUMINEUSE SUR L'ORIENTATION DES ANIMAUX

Une des conséquences les plus connues concerne les jeunes tortues marines après l'éclosion qui sont affectées pour la luminescence du ciel et les lumières directes. En effet, après la ponte les jeunes tortues retrouvent la mer en se repérant sur l'horizon nocturne qui est plus claire sur l'eau que sur la terre (Nicholas, 2001 ; Salmon, 2003). Les lumières artificielles perturbent les jeunes tortues qui rampent dans la mauvaise direction et meurent victimes des prédateurs, et de la chaleur après le lever du jour.

Pour leur ponte, les tortues évitent les plages illuminées, ce qui à pour conséquence de concentrer les pontes dans les parties les plus sombres. Ceci conduit des pontes à être déposées dans des secteurs non optimaux, et à générer des concentrations artificielles de ponte avec comme conséquences induites des effets sur le sex-ratio des jeunes et des sur-mortalités (Salmon, 2003 ; Witherington, 2005). Le comportement de ponte lui-même peut-être perturbé.

lors des déplacement migratoires, les lumières artificielles provenant d'édifices tels que les phares, les tours, les plates-formes pétrolières, occasionnent des mortalités très importantes chez les oiseaux soit par collision directe soit par épuisement et prédation, notamment lorsque les conditions météorologiques sont défavorables (mauvaise visibilité).

La majorité des oiseaux migrateurs, en particulier ceux qui migrent vers l'Afrique en survolant le Sahara se déplacent de nuit. De nombreux oiseaux, comme les Passereaux ou les Canards, s'orientent grâce à la position des étoiles. Cette boussole stellaire n'est pas innée, mais acquise avant le vol migratoire. La visibilité des étoiles est donc prépondérante pour la survie de ces espèces (Teyssèdre,1996)

Les oiseaux ont évolué depuis des milliers d'années dans des conditions naturelles, avec la lune et les étoiles comme seules sources de lumière nocturne. Lors de mauvaises conditions météo ils se dirigent vers les étoiles, ce qui les aide à se tenir au-dessus de la couverture nuageuse (Bruderer, 2002).

Ce comportement peut se révéler fatal en présence de lumières artificielles sur de grands édifices. De nombreux cas de collisions de masse ont été répertoriés, sur des objets très variés : tours de TV, plates-formes pétrolières, bateaux, torchères, etc. (Trapp, 1998). Par exemple en Suisse, dans les années 1970, des milliers d'oiseaux sont morts contre une paroi de glace de la Jungfrau éclairée par un projecteur publicitaire (Bruderer, 2002).

Les oiseaux migrateurs peuvent aussi être désorientés en pénétrant dans les dômes lumineux qui se forment au-dessus des villes la nuit. Ils sont soudain éblouis, et, privés de leur carte céleste, ils tournent en rond pendant des heures (Bruderer, 2002). Ils épuisent ainsi de précieuses ressources énergétiques qui leur sont indispensables pour franchir la Méditerranée et le Sahara (Baur et al., 2004).

Bruderer et al. (1999) ont en outre montré que les oiseaux migrateurs étaient très sensibles à une stimulation optique soudaine, comme un simple faisceau lumineux issu d'une lampe de 200W dirigée vers le haut. Les oiseaux réagissaient très fortement, changeaient d'altitude et déviaient de leur route initiale parfois jusqu'à 45°. L'influence d'un tel faisceau lumineux peut se faire sentir jusqu'à 1 km de distance par rapport à la source. A noter que cette intensité correspond à celle des phares des voitures, mais se situe bien en dessous de celle des « sky beamers » (1000 à 7000 W) !

IMPACTS SUR L'UTILISATION DU DOMAINE VITAL DES ANIMAUX

Beaucoup d'espèces de mammifères terrestres manifestent une répulsion vis-à-vis des zones éclairées au point que l'éclairage est utilisé dans certains cas pour dissuader des prédateurs d'accéder à des zones habitées (Beier, 2006)

IMPACTS SUR L'ACTIVITE ALIMENTAIRE DES ANIMAUX

Les micros-mammifères se nourrissent moins dans les zones fortement éclairées, phénomène également constaté chez les lagomorphes (Beier, 2006, Bird et al. 2004).

Une sur-illumination occasionnée par une simple lampe à pétrole est suffisante pour réduire significativement la recherche alimentaire de micro-mammifères (Kottler, 1984).

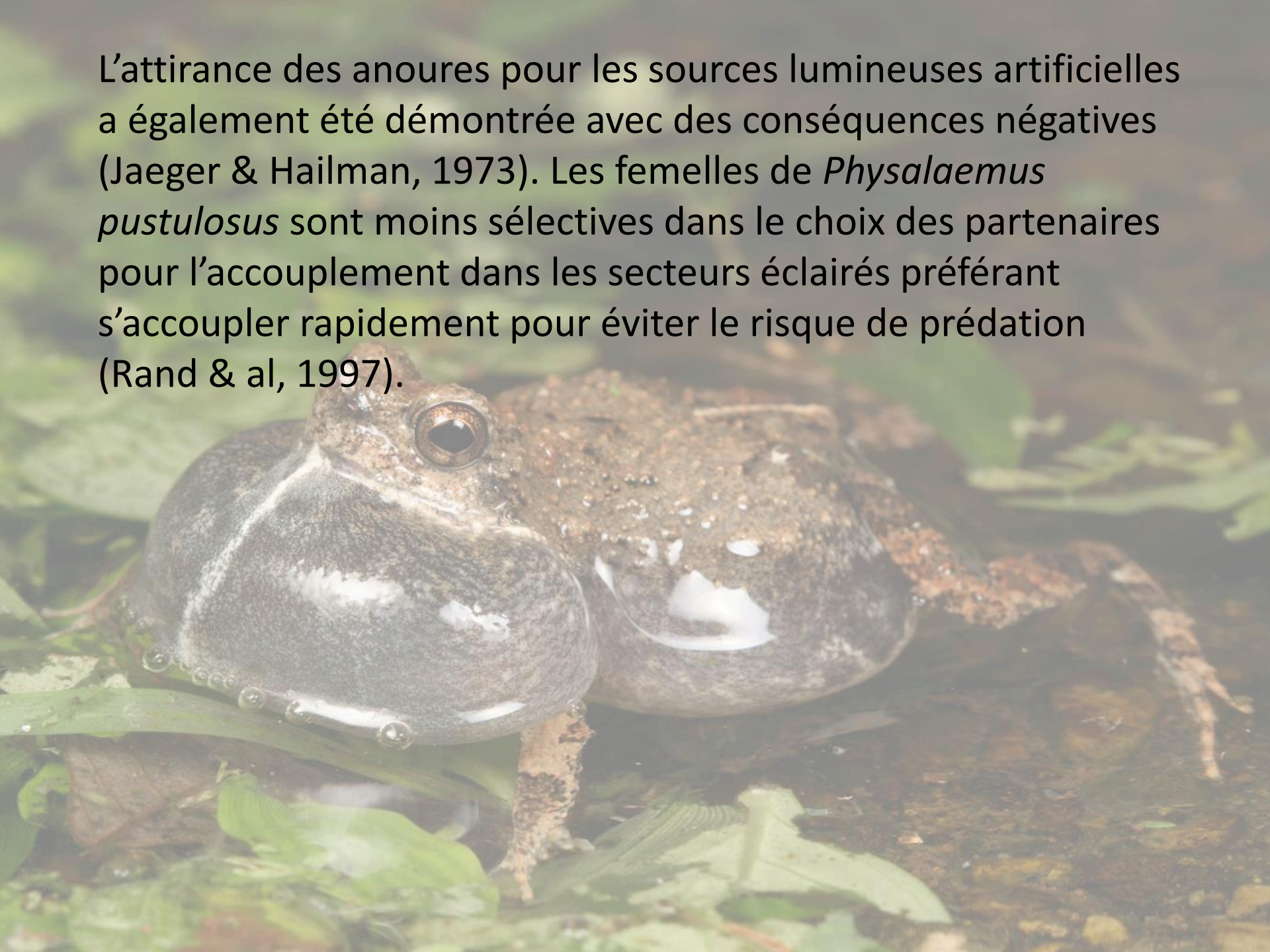
Des études concernant les observations menées sur les poissons abyssaux indiquent que la lumière blanche interrompt le comportement naturel de ces poissons. Elles montrent que le pourcentage moyen de poissons filmés par les caméras est significativement supérieur avec une lumière rouge qu'avec une lumière blanche (Widder & al., 2005). La raison en serait une adaptation des yeux de ces poissons à l'environnement obscure, les lumières blanches étant susceptibles de provoquer des lésions oculaires.

IMPACTS SUR LA REPRODUCTION DES ANIMAUX

Des études récentes montrent que l'éclairage nocturne peut aller jusqu'à la destruction de colonies de reproduction de chauves-souris. Les juvéniles sont significativement plus petits lorsqu'ils occupent des bâtiments éclairés. Des différences de la longueur de l'avant bras, de la masse corporelle indiquent que la période de parturition débute plus tardivement et/ou le taux de croissance est inférieur dans les bâtiments illuminés (Boldogh, 2007).

La phénologie de la reproduction est également affectée dans la mesure ou certaines espèces commensales de l'homme (Moineau domestique – *Passer domesticus* par exemple) réalisent plusieurs nichées chaque année. Il noter que dans ce cas, la chaleur procurée par les lampes joue également un rôle important

L’attirance des anoures pour les sources lumineuses artificielles a également été démontrée avec des conséquences négatives (Jaeger & Hailman, 1973). Les femelles de *Physalaemus pustulosus* sont moins sélectives dans le choix des partenaires pour l’accouplement dans les secteurs éclairés préférant s’accoupler rapidement pour éviter le risque de prédation (Rand & al, 1997).



IMPACT SUR LA COMMUNICATION DES ANIMAUX

Lloyd (2002) suggère d'utiliser les Lucioles (*Lampyridae, Coleoptera*) comme espèce parapluie et emblématique pour lutter contre la pollution lumineuse. En effet, les Lucioles sont les seuls animaux terrestres à émettre leur propre lumière (bioluminescence) pour communiquer et ont besoin d'une grande obscurité

Les femelles de vers luisant attirent les mâles avec des éclairs bioluminescents jusqu'à plus de 45 m. Cette distance devient significativement plus faible dans les zones éclairées (Lloyd, 1994).

Concernant les amphibiens, des études récentes ont démontré que des mâles de Grenouille verte exposés à des lumières artificielles étaient moins vocales et se déplaçaient plus fréquemment que des individus en ambiance naturelle, ce qui pouvait conduire à limiter les accouplements et influencer la dynamique de population (Baker, 2006).

IMPACTS SUR LES ECOSYSTEMES

La pollution lumineuse modifie la compétition entre les espèces

Une étude menée sur des poissons appartenant à la famille des Athérinides (*Labidesthes sicculus* et *Menidia beryllina*) dans des réservoirs nord-américains indique que la compétition pour le zooplankton est généralement favorable à la première de ces espèces ce qui conduit à la disparition de la seconde de nombreux lacs. Les auteurs (Ramirez et al., 2006) ont mis en évidence que l'éclairage des marinas qui bordent les lacs attiraient des diptères favorisant les labidesthes et limitant ainsi la compétition avec les menidias plus spécifiquement planctivores

Les activités d'alimentation des différentes espèces de batraciens sont également conditionnées par l'intensité lumineuse : certaines espèces chassent avec une intensité lumineuse très faible, d'autres au contraire préfèrent des intensités plus fortes. Une homogénéisation de l'intensité lumineuse via l'éclairage artificiel peut générer des compétitions inter-spécifiques

La pollution lumineuse modifie le rapport entre les proie et les prédateurs

Frank (2006) relève que l'attraction lumineuse a souvent une issue fatale pour les insectes : un grand nombre tourne autour des lampes jusqu'à épuisement, d'autres sont grillés par la température élevée des lampes, happés par les véhicules, ou dévorés par des chauves-souris ou des crapauds.

Les insectes les plus résistants subissent encore la prédation des oiseaux actifs à l'aube.

Heiling (1999) fait état d'araignées nocturnes qui tissent leur toile de préférence dans des zones éclairées

l'éclairage artificiel peut conduire le zooplancton à remonter régulièrement vers la surface et, de ce fait, à être victime d'une intense prédation (Gliwicz, 1986).

La pollution lumineuse modifie le rapport entre les proies et les prédateurs

Concernant les mammifères marins, la lumière artificielle peut avoir des conséquences inattendues, comme par exemple des rassemblement de Phoques veaux-marins (*Phoca vitulina*) venant chasser des saumons juvéniles lors de la dévalaison, avec des niveaux de prédation très importants pour la dynamique de population de ces poissons (Yurk & Trites, 2000).

Eisenbeis et Hassel (2000) estiment à environ 150 le nombre d'insectes tués par lampadaire et par nuit d'été, ce qui représente plus d'un milliard d'insectes tués par nuit sur les 6,8 millions de réverbères d'Allemagne. Cette hécatombe a des répercussions sur tout le réseau trophique qui dépend de ces espèces et sur les plantes, car de nombreux insectes nocturnes sont pollinisateurs ou phytophages

LA POLLUTION LUMINEUSE CONTRIBUE A LA FRAGMENTATION DES HABITATS

Eisenbeis et Hassel (2000) ont mis en évidence un rayon d'attraction autour des lampadaires de 400 à 700 m en temps normal et d'environ 50 m les nuits de pleine lune. Si l'on considère que les lampadaires sont normalement distants de 30 à 50 mètres, on peut affirmer que les rues éclairées constituent un obstacle pratiquement infranchissable pour les insectes nocturnes (Baur et al., 2004,p.102

Proposition d'inclure une trame nocturne à la TVB

UMR CNRS/MNHN 7179

Impacts de la pollution lumineuse sur les rythmes biologiques, les comportements et les fonctions physiologiques d'un primate non-humain,
Microcebus murinus

Thèse de Thomas LE TALLEC soutenue le 2015

Modèle animal :
Microcebus murinus
- Primate nocturne
- Activités journalières et saisonnières dépendantes de la photopériode

Paramètres étudiés :
Rythmes biologiques (télémétrie)
Comportements nocturnes (caméra infra-rouge)
Fonctions physiologiques : métabolisme, thermorégulation, reproduction, etc. (télémétrie, respirométrie, dosages biochimiques)

Résultats :

Rythmes biologiques :

- Activité locomotrice
- Température corporelle

Altération acclimatation saisonnière

Comportements :

- Comportement nocturne
- Comportement alimentaire

Diminution exploitation environnement

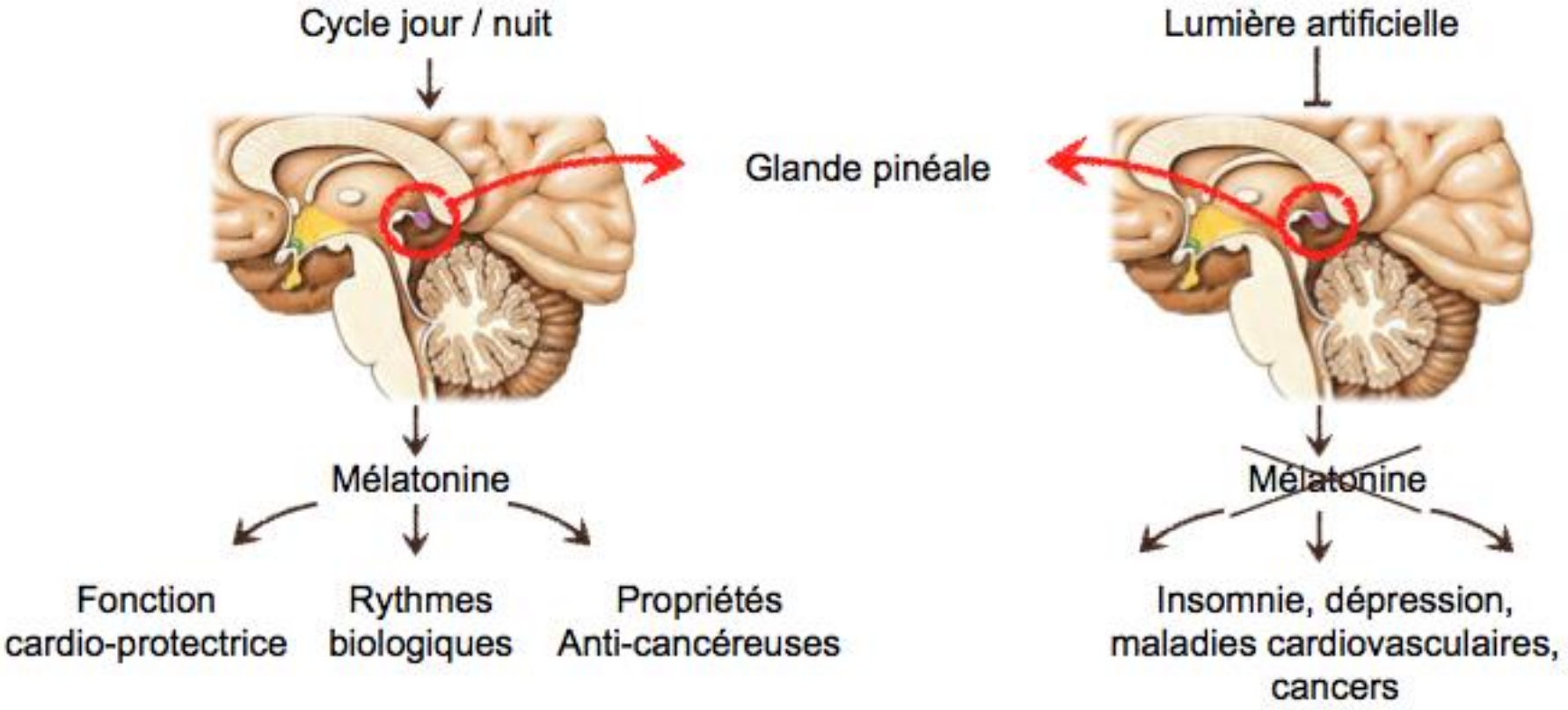
Fonctions physiologiques :

- Thermorégulation
- Reproduction
- Sécrétions hormonales

Menace succès reproducteur/survie

Altération des fonctions physiologiques et des rythmes biologiques

Inhibition des sécrétions d'une hormone photo-sensible :
la **mélatonine**



REMEDES

Concernant l'éclairage urbain, il est convient de respecter les préconisations suivantes :

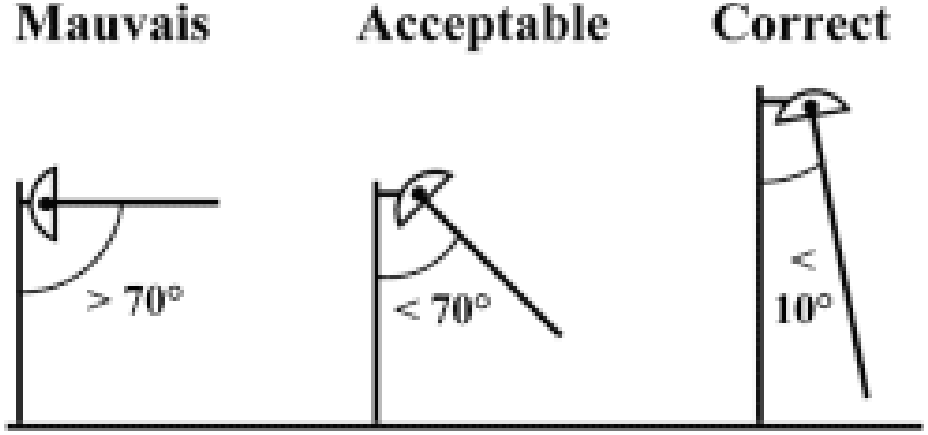
- **faire disparaître progressivement les lampes à vapeur de mercure, consommatrices en énergie et très nocives pour la biodiversité, et leur substituer des lampes au sodium basse pression ;**

- **orienter les éclairages vers le bas ;**

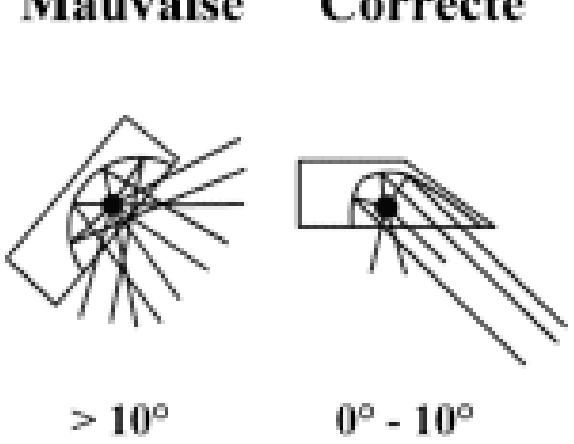
- **installer des déflecteurs sur les lampes pour éviter l'éblouissement ;**

- **limiter la durée de l'éclairage au strict nécessaire**

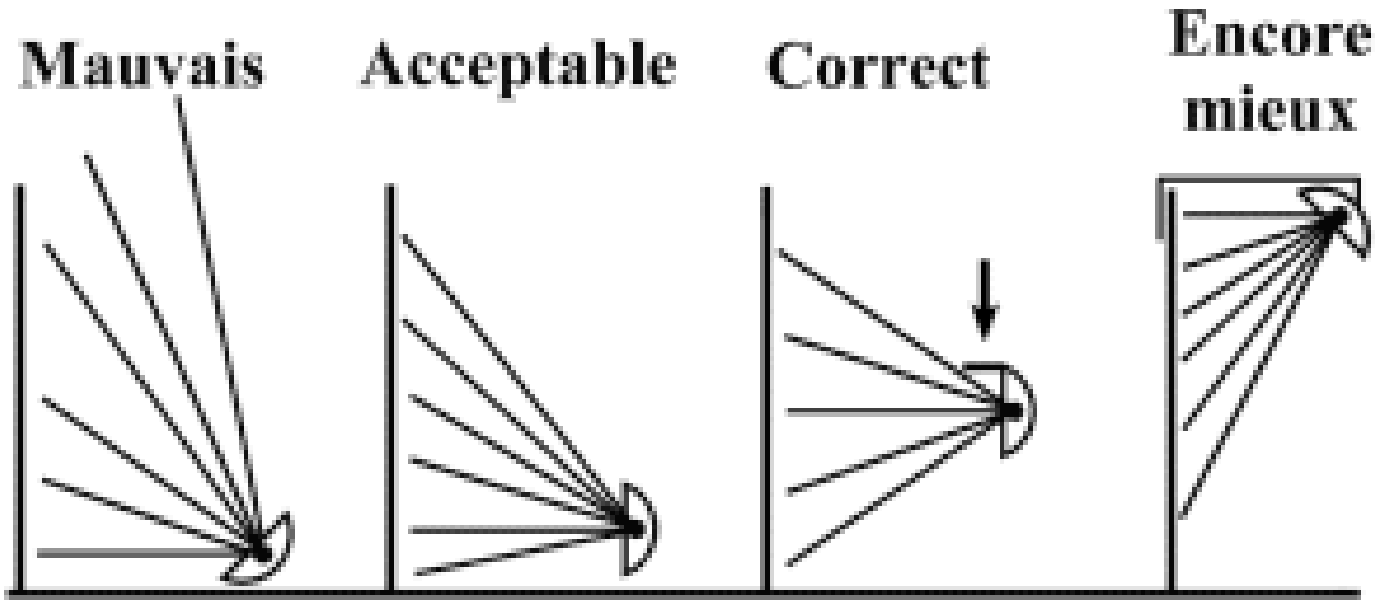
ANGLE

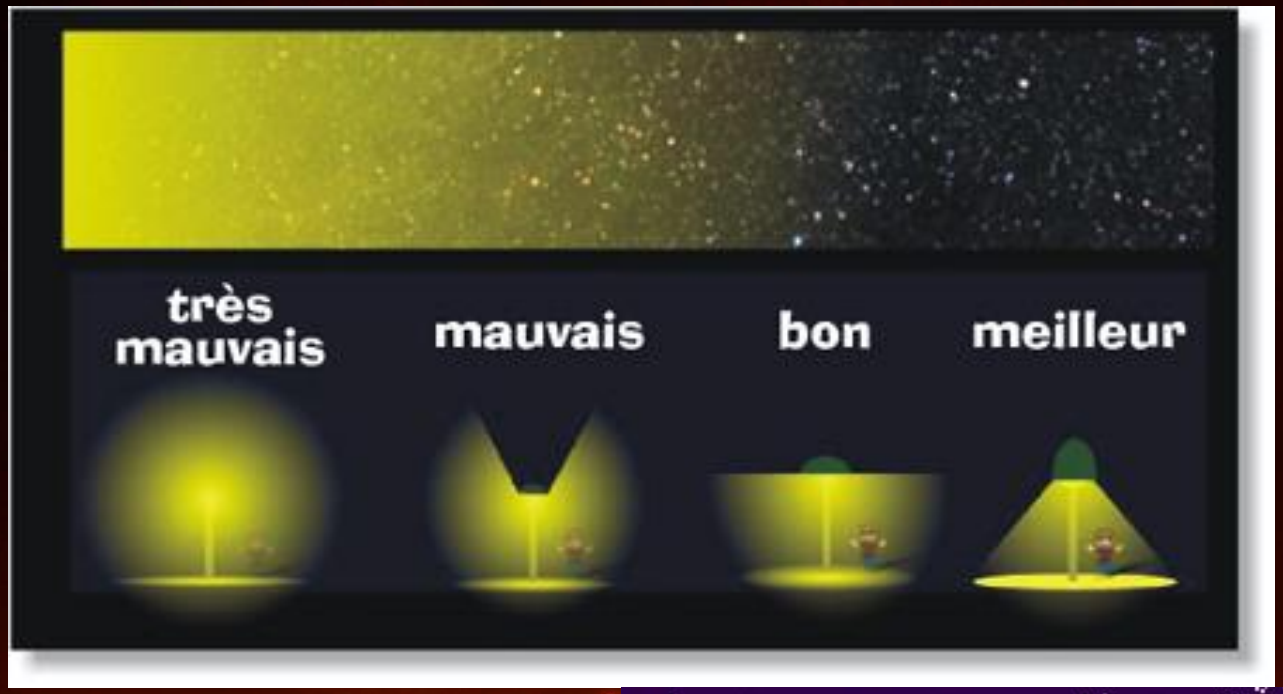


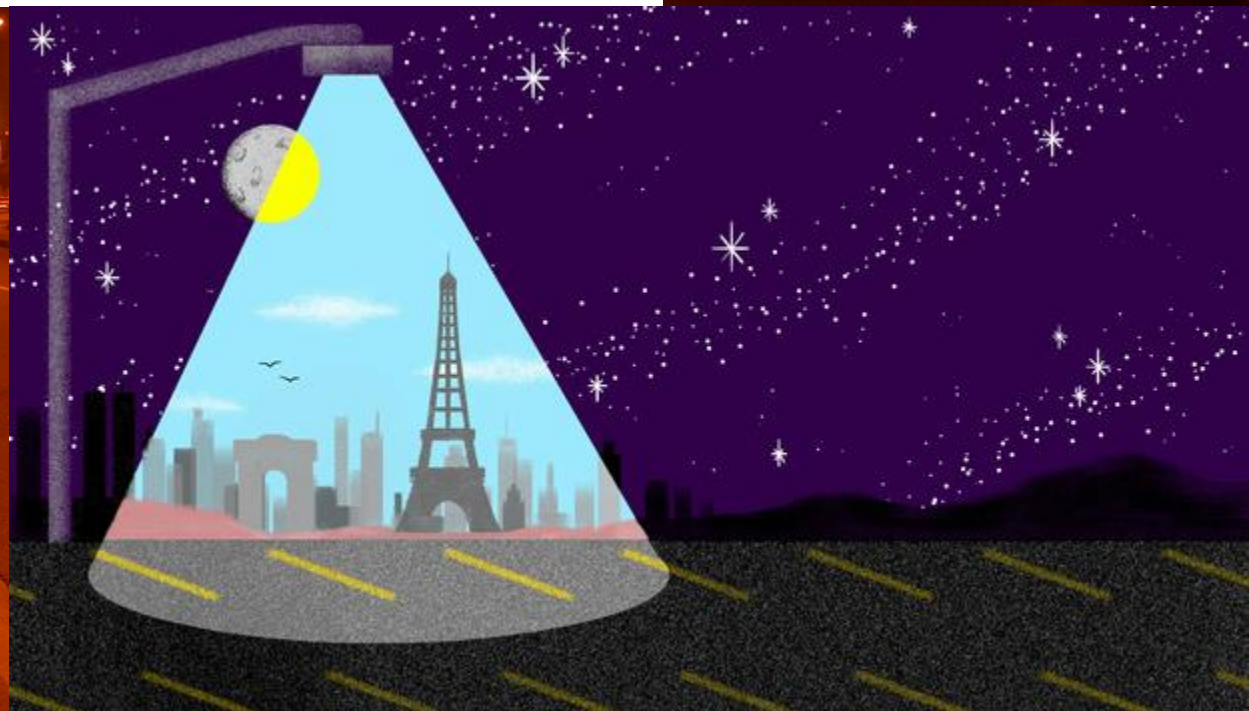
DISPERSION



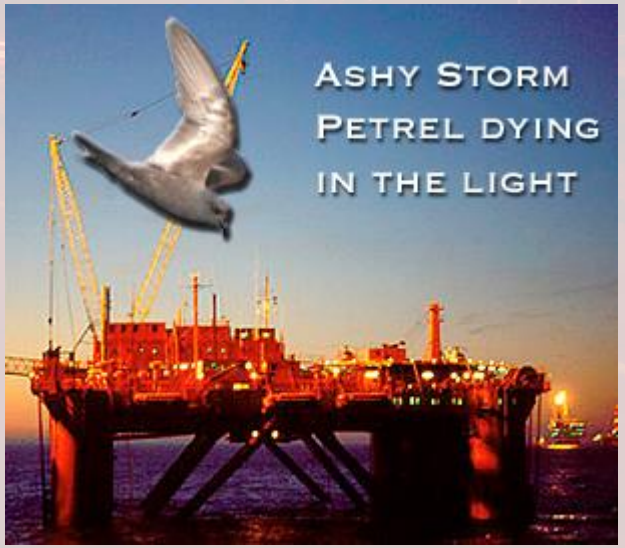
ECLAIRAGE MURAL ET PUBLICITAIRE




très mauvais
mauvais
bon
meilleur



En dehors des contextes urbains, la règle doit être l’absence d’éclairage sauf si celui-ci est rendu nécessaire pour des raisons de sécurité ou fonctionnelles. Il est alors possible de trouver des solutions comme celle qui a été mise en application sur certaines plateformes pétrolières en Mer du Nord : installation de « lumières vertes » c'est-à-dire des lampes dont la couleur rouge a été retirée du spectre avec des filtres ; c’est en effet le rouge qui attire le plus les oiseaux migrateurs (Van de Laar, 2007).



"Lorsque 1000 lampes éblouiront vallées, villes,
montagnes et villages, il sera trop tard.
La nuit ne fera plus peur, elle effrayera."
Christian Dupavillon, Directeur du Patrimoine en 1991.
Photo CERA

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Remerciements :

Philippe GOURDAIN
Thomas LE TALLEC