

P et biodiversité : présentation des enjeux



Le Cerema et la pollution lumineuse

- Des experts en éclairage, en biodiversité, en planification urbaine, en aménagement, etc.
- Répartition sur tout le territoire national
- Un travail en cours de fiches techniques sur éclairage et biodiversité pour le compte de la DEB, + DGPR



Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Partie reprenant notamment les éléments rassemblés et synthétisés par Romain Sordello, Chef de projet Pollution lumineuse & Trame verte et bleue au sein de l'UMS Patrimoine Naturel

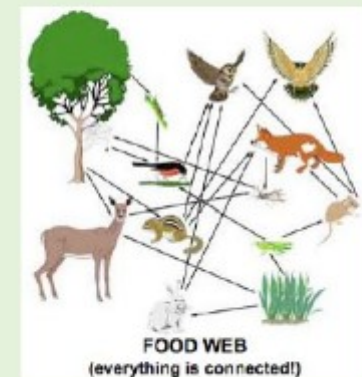
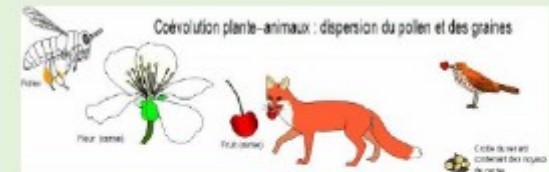


Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

La biodiversité c'est la diversité qui existe à toutes les échelles du vivant



Composition, répartition et fonctionnement

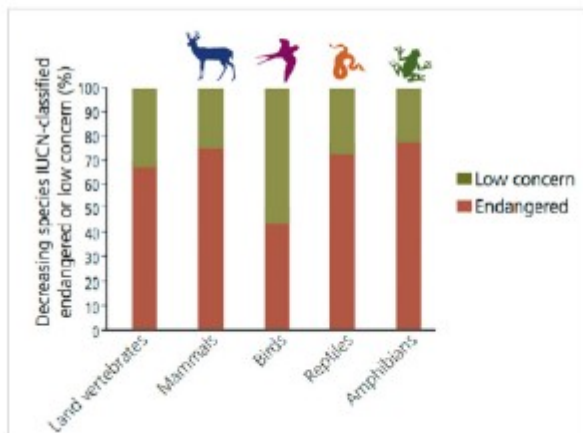


Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Erosion massive de la biodiversité

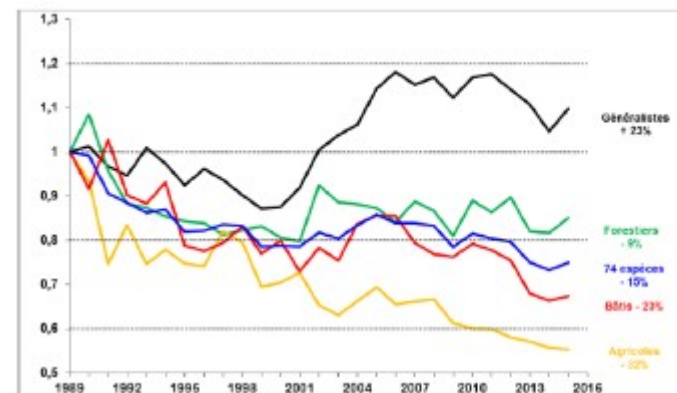
Disparition d'espèces mais surtout :

- Diminution des aires de répartition :
>80% pour 40 % des vertébrés dans le monde (Ceballos et al. 2017)
- Baisse drastique des effectifs :
80% des insectes disparus en Europe en 30 ans (Hallman et al. 2017)
- Homogénéisation des communautés à la faveur des espèces généralistes



6^{ème} extinction de masse, cette fois-ci d'origine anthropique

Plusieurs causes parmi lesquelles **les pollutions et la dégradation/fragmentation des habitats**



Suivi temporel des oiseaux communs en France (MNHN)

World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice

WILLIAM J. RIFFLE, CHRISTOPHER WOLF, THOMAS M. NEWSOME, MAURO GALETTI, MOHAMMED ALAMGIR, EILEEN CRIST, MAHMOUD I. MAHMOUD, WILLIAM F. LAURANCE, and 15,384 scientist signatories from 184 countries

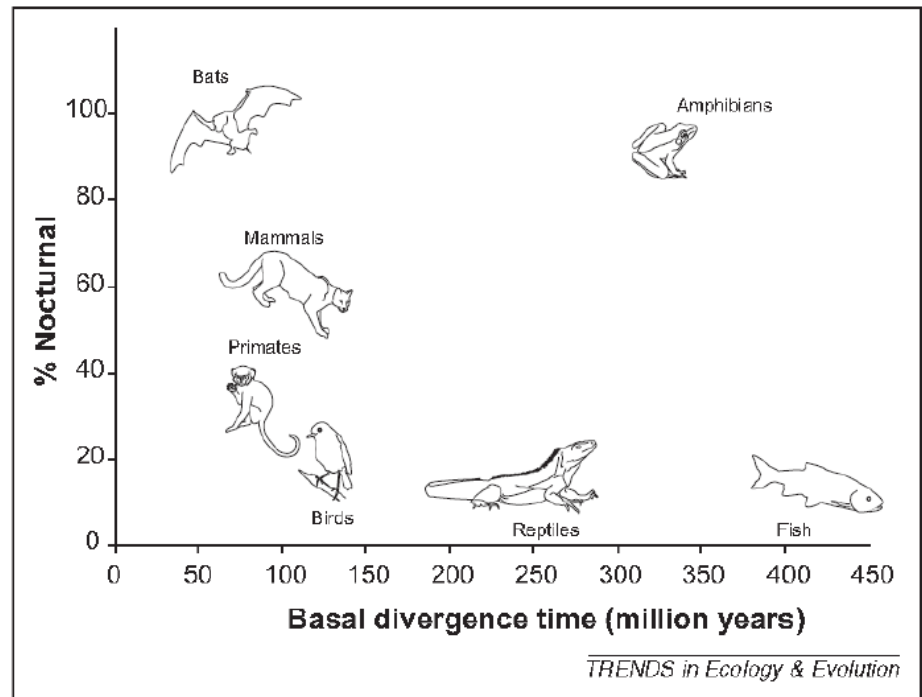
Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

La majorité des animaux sont nocturnes en tout ou partie

28 % des vertébrés
et # 64 % des
invertébrés

L'alternance jour/nuit a constitué
un paramètre structurant de
l'Evolution

=> Diverses **adaptations**
biologiques, morphologiques,
comportementales permettent
de vivre la nuit



Holker et al. 2010

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Produire soi-même de la lumière
= Bioluminescence



Luciole
Luciola lusitanica

Ex : Oliveira et al. 2015

Pieuvre, *Stauroteuthis syrtensis*

...Pour voir ou communiquer

Afficher l'image d'origine



Ver luisant, *Lampyris noctiluca* (Photo Yikrazuul)

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Optimiser la lumière naturelle nocturne

Lérot, *Eliomys quercinus*
Photo Vincent Vignon



<http://www.nuitfrance.fr/galerie/lerot-vv1.jpg>

Gros yeux placés dans des paraboles

Photo R. Sordello



Tapetum lucidum

Photo R. Sordello

=> Adaptations
biologiques et
morphologiques,
comportementales

Ex : Veilleux & Cummings 2012

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Se repérer la nuit

Ex : Wiltschko et al. 1987



Fauvette des jardins,
Sylvia borin

Photo Steve Garvie

Utilisation des structures lumineuses (Lune, Constellations) comme repères nocturnes

Ex : Mauck et al. 2008



Phoque commun, *Phoca vitulina*

Photo

Photo Olivier Ravayrol

Romain Sordello, Novembre 2018

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

L'influence des variations lunaires



Source : http://etolledelune.pagesperso-orange.fr/divers/phase_lune.jpg

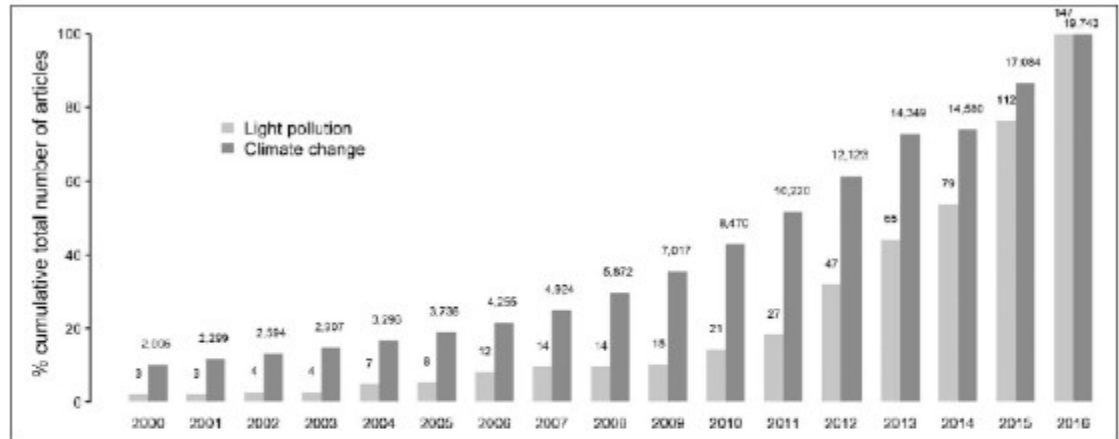
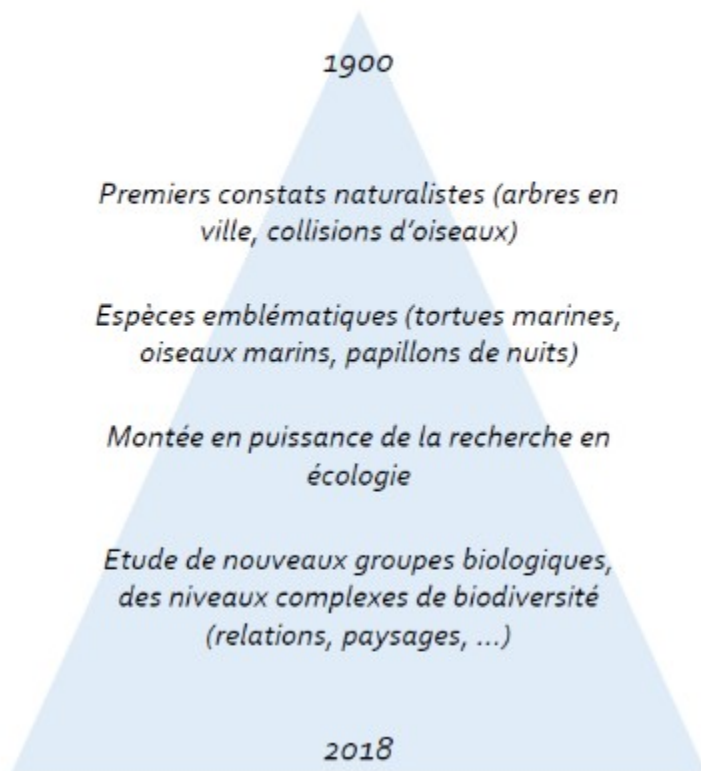
Éclairement lumineux	Exemple
<1 lux	Clair de lune
0,25 lux	Pleine lune par une nuit claire
0,01 lux	Quartier de lune
0,002 lux	Ciel étoilé sans lune
0,0001 lux	Ciel couvert sans lune

*Une **sensibilité très fine** du vivant à la lumière nocturne !*

Ex : Prugh & Golden 2014, Mougeot & Bretagnolle 2000

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Des publications croissantes depuis plus d'un siècle



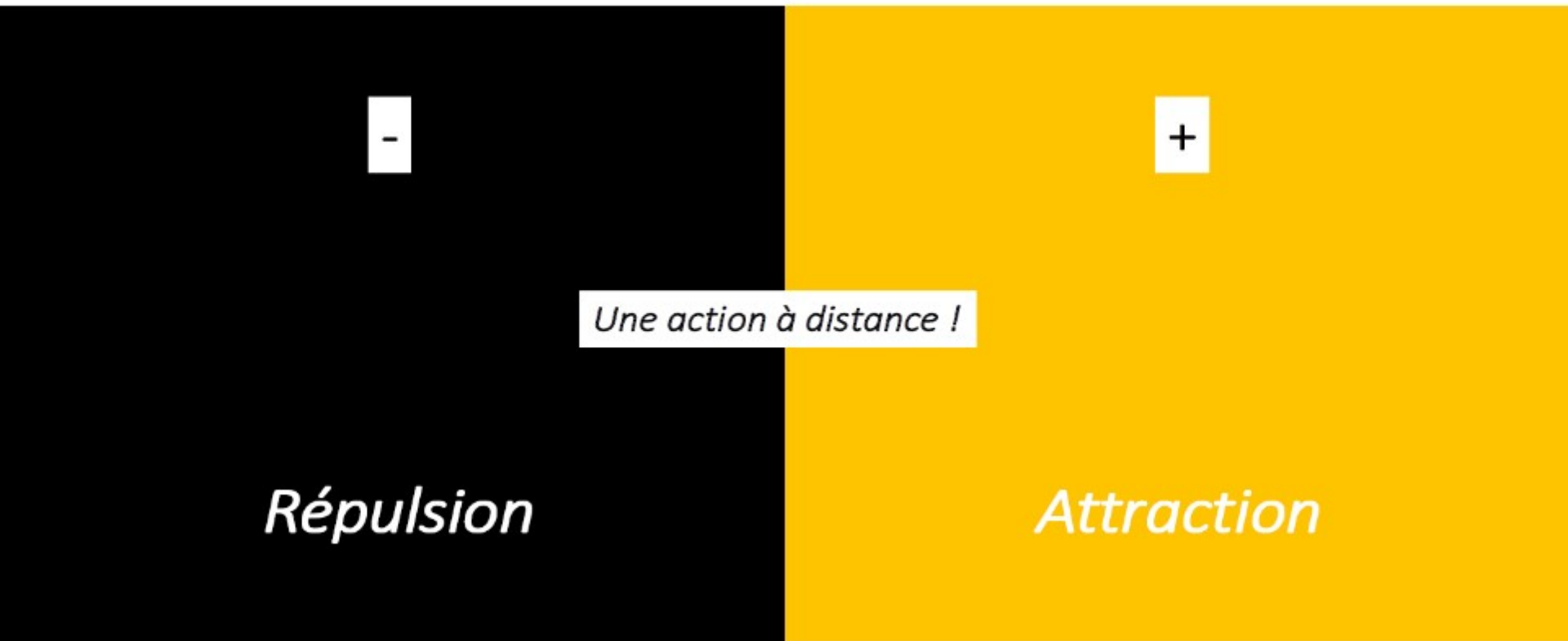
Davies & Smith, 2017

Des besoins de connaissances :

- groupes sous-étudiés
- fondamentales et opérationnelles
- revues systématiques
- partenariats et études interdisciplinaires

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Le mécanisme de base : le **phototactisme**



Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel



Des effets pour des quantités de lumière très faibles (# 1 lux)

Eccart et al. 2018



Effet démographique : piège écologique

Ex: Justice & Justice, 2016

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Evitement des zones éclairées

=> *Dégradation et recul de l'habitat spatial et temporel*



Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Modifications des relations interspécifiques

Pollinisation

Ex : Knop et al. 2017



Rapports Proies/Prédateurs

Ex : Minnaar et al. 2014, Decandido & Allen 2006

Chauve-souris tirant profit de la présence du lampadaire qui concentre ses proies attirées par la lumière



Romain Sordello, Novembre 2018

Photos R. Sordello

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Fragmentation et mitage nocturne

- Visuellement évident
- Désormais démontré sur le plan fonctionnel (ex : Van Grunsven et al., 2017)



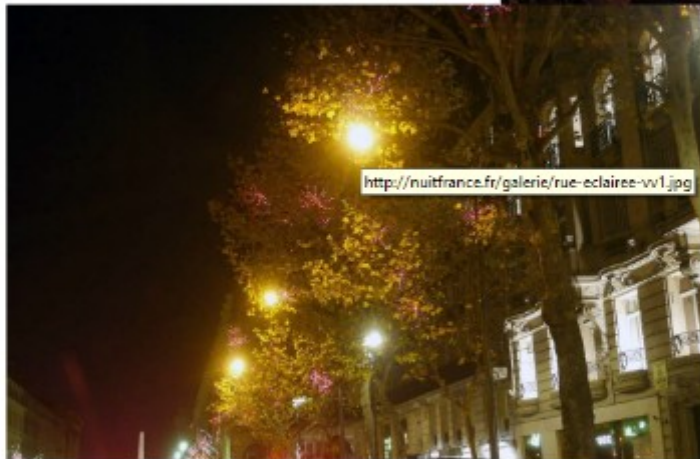
Synthèses :
Sordello, 2017
Sordello et al., 2014

Romain Sordello, Novembre 2018

Photo R. Sordello

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Effet sur les rythmes biologiques



Ex : Ffrench-Constant et al. 2016, ...



Ex : Dominoni 2015, Le Tallec et al. 2013, ...



=> Désynchronisation, baisse de l'activité, stress, vieillissement, ...

!! Concerne également les espèces « diurnes » !!

Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

Au final la pollution lumineuse est un problème multiforme

- De la lumière directe (éblouissement)
- De la lumière précise (points lumineux)
- De la lumière ambiante (luminosité)
- De la lumière projetée (sol, eau)
- De la lumière diffuse (halo, skyglow)

Sordello 2017 Vertigo



Rappel des enjeux de biodiversité en lien avec l'éclairage artificiel

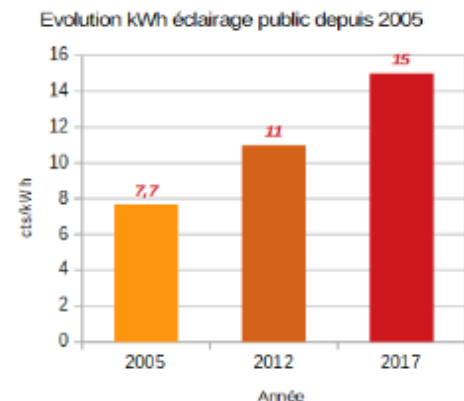
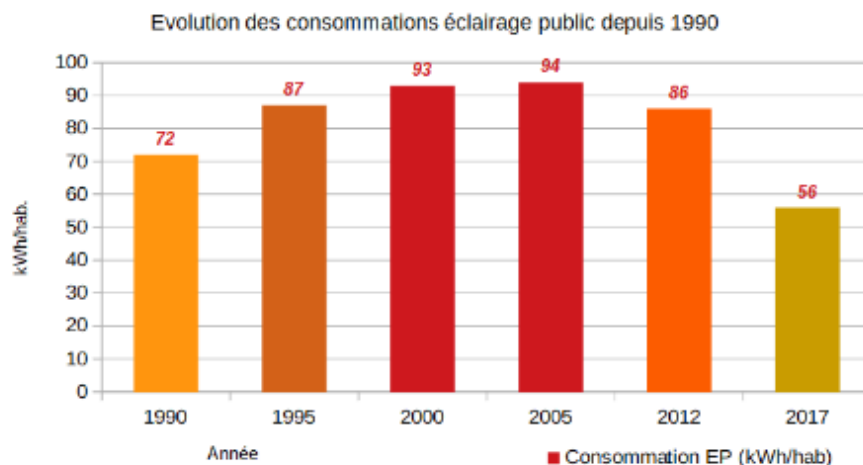
Bilan de l'effet des différentes longueurs d'ondes par taxons, d'après l'étude AUBE (Cerema, 2016)

	UV (<400 nm)	Violet (400-420 nm)	Bleu (420-500 nm)	Vert (500-575 nm)	Jaune (575-585 nm)	Orange (585-605 nm)	Rouge (605-700 nm)	IR (>700 nm)
Chiroptères	X	X	X	X	○	?	○	?
Mammifères terrestres	?	?	X	?	?	?	?	?
Mammifères marins	?	?	?	?	?	?	?	?
Oiseaux	X	?	X	X	?	X	X	?
Tortues marines	?	X	X	X	?	?	○	?
Autres reptiles	?	?	?	?	?	?	?	?
Amphibiens	?	X	X	X	X	X	○ X (effet réduit pour certaines espèces)	?
Insectes	X	?	X	?	?	?	?	○
Coraux/Invertébrés aquatiques	?	?	X	X	?	?	○	?
Poissons	X (poissons de profondeur)	?	X (poissons de profondeur)	X (poissons de profondeur)	X (poissons de surface)	?	X (poissons de surface)	?
Plantes chlorophylliennes	X	?	X	X	?	?	X	X

Les enjeux de l'éclairage public

Les enjeux autour de l'éclairage artificiel

Prix moyen de l'électricité pour l'éclairage public (cts EUR / kWh)



Quelques chiffres :

- Consommations moyennes par habitant : **56 kWh en 2017** (5,5 TWh consommation nationale)
- **11 %** de la consommation énergétique des collectivités
- **32 %** de la consommation électrique des collectivités – 46 % pour les DOM
- Un kWh en hausse régulière (**15 cts/kWh**)

Les enjeux autour de l'éclairage artificiel

Quelques chiffres :

- Un parc d'éclairage national de l'ordre de 10 millions de lampes
- Une évolution technologique forte depuis 10 ans suite à l'apparition de la technologie LED
- Une tendance forte au remplacement des technologies historiques (ex : SHP) par les LED non sans conséquences
- Une pratique de l'extinction qui se développe



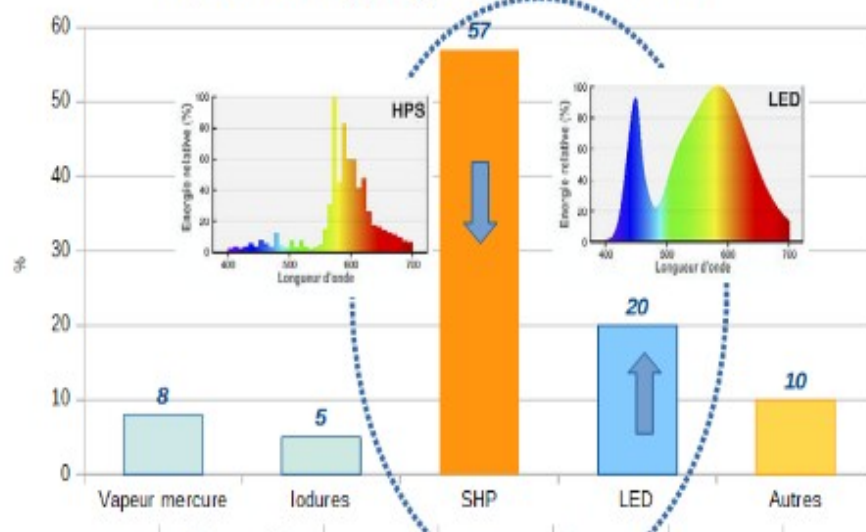
Tableau 24: Périodes d'extinction de l'éclairage public au cours de la nuit

	Communes de métropole +500 hab.	Communes des DOM	GFP
Part du parc faisant l'objet d'une extinction nocturne	38%	9%	14%
Part du parc faisant l'objet d'une gradation d'intensité au cours de la nuit	8%	10%	19%

Près de 40% des communes de métropole éteignent leur parc d'éclairage public une partie de la nuit et 8% font varier l'intensité de l'éclairage.

Les petites communes ont davantage tendance à éteindre totalement l'éclairage public, alors que les grandes communes se contentent de diminuer l'intensité.

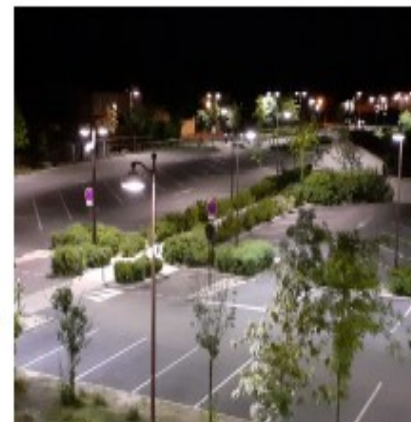
Répartition des typologies de lampes EP en 2017



Les enjeux autour de l'éclairage artificiel

Des projets pas toujours exemplaires :

- Peu d'adaptation aux évolutions temporelles des usages
- Allumages prématurés/extinctions tardives
- Surdimensionnement des installations
- La lumière n'est pas toujours bien maîtrisée

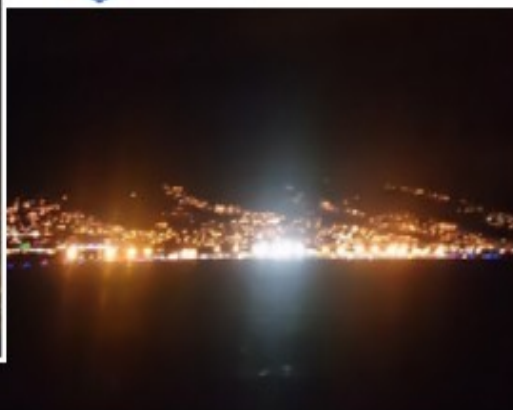
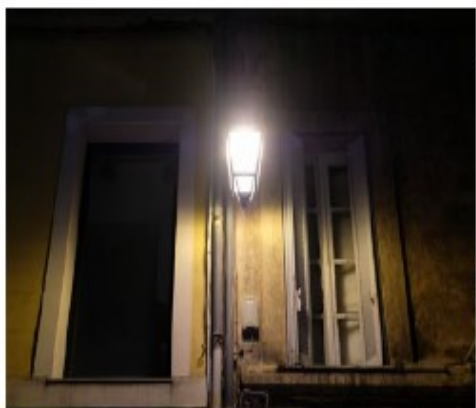


Exemple : Centre du village

Objectif photométrique théorique : **15 lux moyen**.

Eclairements mesurés : **68 lux moyen** soit près de 450 % de l'objectif.

Classification énergétique : E.

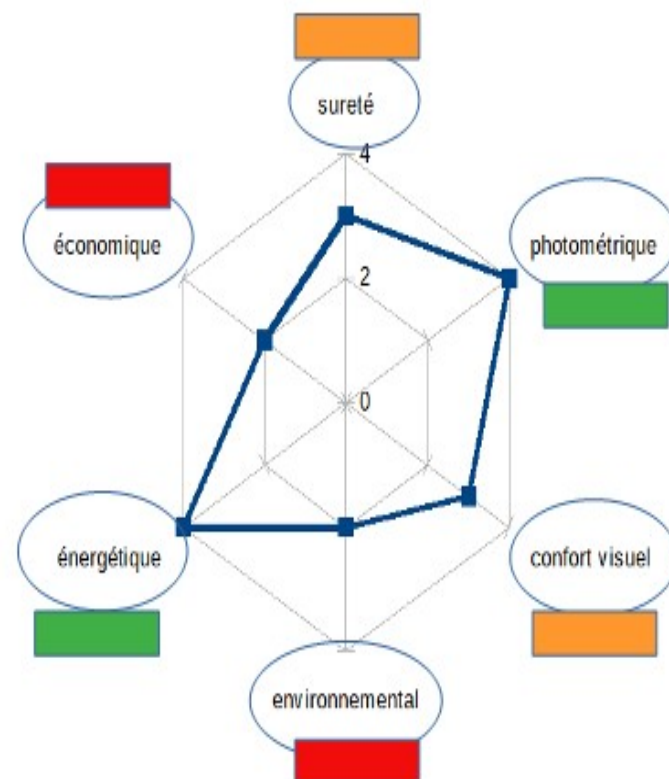


Les enjeux autour de l'éclairage artificiel

L'éclairage urbain : un service aux citoyens

- coûts économiques
- coûts énergétiques
- pollution du ciel (altération de l'observation des étoiles)
- impact sur la biodiversité, santé humaine (cycle circadien)

==> *Difficile compromis pour répondre aux différents enjeux*



Des éclairages pas toujours « vertueux »

Pourquoi ?

==> La lumière est-elle vraiment utile ?



Eclairage urbain mais aussi....

La publicité lumineuse



Eclairage urbain mais aussi....

L'éclairage industriel



Eclairage urbain mais aussi....

L'éclairage sportif



Eclairage urbain mais aussi....

L'éclairage commercial



Eclairage urbain mais aussi....

L'éclairage privé



Eclairage urbain mais aussi....

Les espaces loisirs



Trame noire et pollution lumineuse

Partie reprenant et synthétisant des éléments préparés et présentés conjointement avec la Métropole Aix Marseille Provence lors d'un webinaire le 19/11/2020



Trame noire et pollution lumineuse

Etat des lieux de la pollution lumineuse

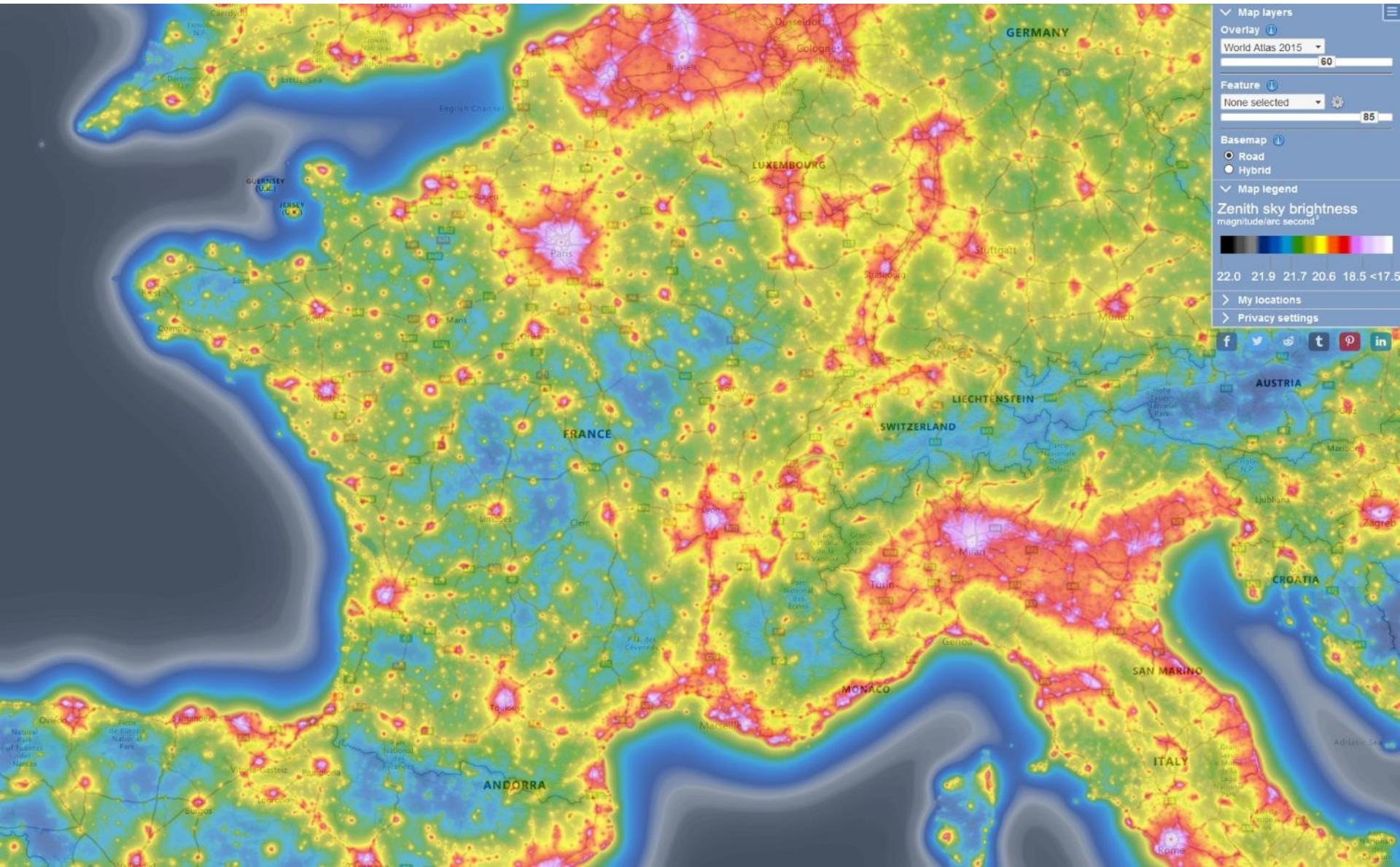
- 1/3 de la population mondiale ne voit plus la voie lactée ;
- 83 % de la population mondiale et 99 % des populations européennes vivent sous un ciel pollué dû à l'augmentation et à la déperdition lumineuse
- 90 % du territoire français est aujourd'hui concerné.

Source : Falchi et al., 2016

- De 2012 à 2016 : + 2,2% / an de surface éclairée et 1,8% / an de radiance

Source : Kyba et al., 2017

Trame noire et pollution lumineuse

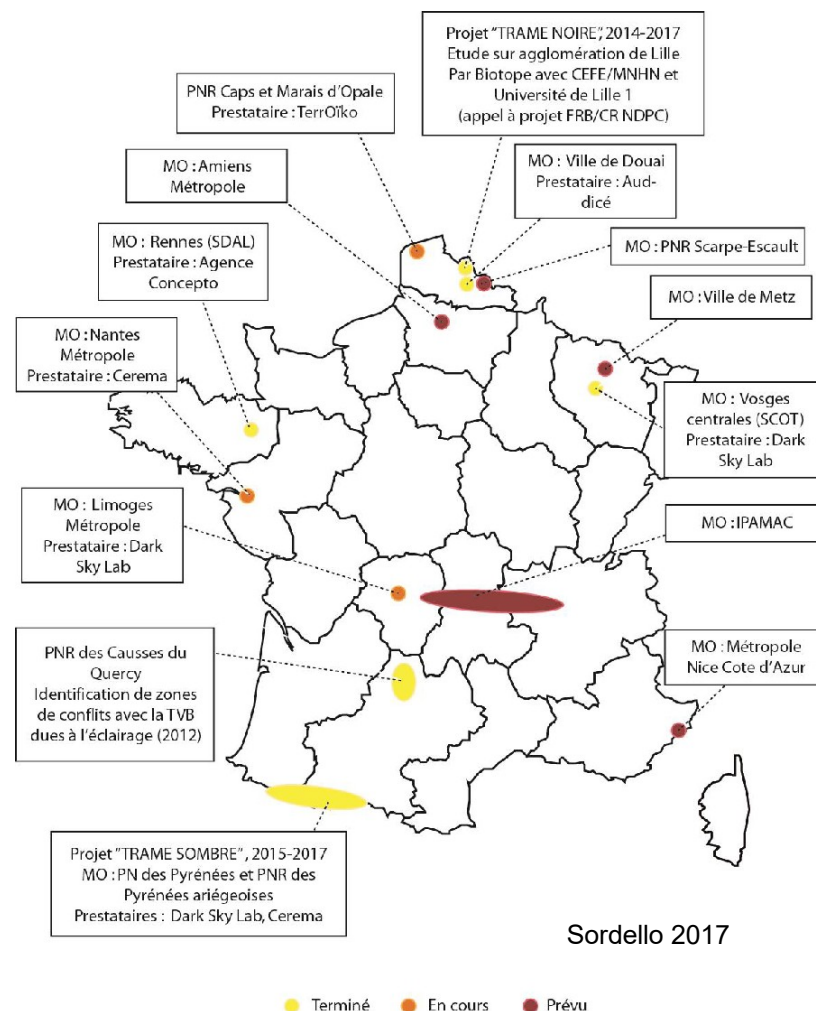




Trame noire et pollution lumineuse

La Trame Noire : un outil pour préserver et restaurer la biodiversité nocturne (et diurne)

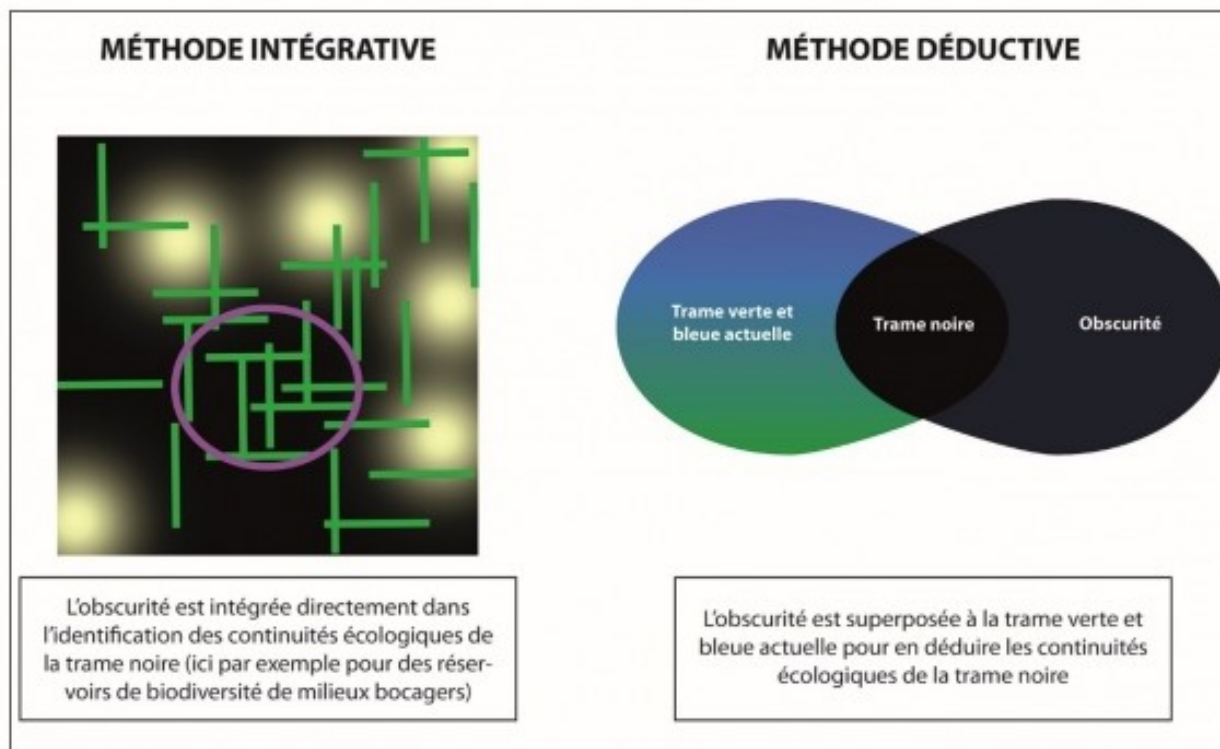
- **Outil de planification** qui se focalise sur :
- la conservation et la protection des corridors et noyaux écologiques nocturnes,
- les mesures de gestion de l'éclairage artificiel.



Trame noire et pollution lumineuse

Deux méthodes d'élaboration de la Trame Noire :

Intégrative / Déductive



Sordello 2017

Infrastructures de transport et trame noire

Quels effets de la lumière artificielle liée aux ILT ? Quelles solutions ?

- **Effet barrière des alignements de luminaires :**
espèces lucifuges (même volantes) ne vont pas pouvoir traverser l'ILT
→ Interroger l'opportunité d'éclairer / si oui, tout le temps ? Alternatives passives ?
Éclairer mieux (meilleure direction du flux, travail sur spectre) / moins
- **Effet « puit » des zones éclairées en contexte sombre :**
ex : barrières de péage, aires de services, parkings / mais aussi points lumineux isolés :
Les espèces attirées (insectes notamment) vont être piégées, l'environnement se « vide » - effets sur chaîne alimentaire, etc.
→ Idem + masquage des points lumineux, n'éclairer que la surface utile, etc.
- **Effets des phares :**
Éblouissement/ percussion routière / potentiel « repoussoir » des espèces lucifuges
→ Brises vue, haies, écoponts / passages inférieurs (non éclairés), etc.

Infrastructures de transport et trame noire

Quels autres effets de la lumière artificielle liée aux ILT ?
Quelles solutions ?

- **Développement de l'urbanisation le long/ à proximité des ILT**

L'éclairage est un corollaire de l'urbanisation

Dans la planification des ILT, considérer ces effets « indirects » et prévoir des mesures ERC adaptés, dont recherche d'alternative si impact sur des zones sombres préservées

- **Effet « cocktail » lié au ILT**

À la lumière, s'ajoute le bruit, les vibrations, l'imperméabilisation, le phénomène de barrière physique, les percussions routières, etc.

Considérer la lumière artificielle induite directement et indirectement par l'ILT comme un des facteurs d'impacts se cumulant aux autres dans les études d'impact

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18

*Article 1 : catégories
d'installations
concernées*



(a) Eclairage extérieur :

Sécurité et confort des usagers sur l'espace public ou privé (voirie, cheminements piétons et modes actifs, etc.)

Exceptions : Eclairage et signalisation des véhicules, tunnels, éclairages impactant la sécurité aéronautique, ferroviaire, maritime et fluviale



(b) Mise en lumière :

- du patrimoine
- du cadre bâti
- des parcs et des jardins (publics ou privés, accessibles au public ou appartenant à des entreprises, bailleurs sociaux ou copropriétés)



(c) Equipements sportifs (plein air ou découvrables)



(d) Bâtiments non résidentiels :

Illumination des bâtiments et éclairage intérieur émis vers l'extérieur (locaux à usage professionnels, culturels, de loisirs, administratifs, commerces, etc.)

Exceptions : gares de péage



(e) Parcs de stationnement (non couverts ou semi-couverts)



(f) Evènementiel extérieur temporaire

(festival, défilé, marchés et illuminations de Noël...)































(g) Chantiers en extérieur

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18





Article 2 : plages horaires d'extinction

Où ? Cas général, sur tout le territoire	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	Allumage (Icône = au plus tôt au coucher du soleil)	Extinction (de nuit) Au plus tard :	Allumage (matinal) Au plus tôt :
	Eclairages extérieurs (a) liés à une activité économique et situés dans un espace clos		 1h après la fin d'activité	 ou  à 7h du matin ou 1h avant le début d'activité
	Eclairage de mise en lumière du patrimoine et des parcs et jardins (b)		 ou  à 1h du matin ou 1h après la fermeture des parcs et jardins	
	Éclairage des bâtiments non résidentiels (d)		 à 1h du matin	
	Éclairage intérieur des locaux à usage professionnel (d)		 1h après la fin d'occupation des locaux	 ou  à 7h du matin ou 1h avant le début d'activité
	Eclairage de vitrines de magasins de commerce ou d'exposition (d)		 ou  à 1h du matin ou 1h après la fin d'activité	 ou  à 7h du matin ou 1h avant le début d'activité
	Eclairage des parcs de stationnement (e) annexés à un lieu ou zone d'activité		 2h après la fin d'activité	 ou  à 7h du matin ou 1h avant le début d'activité
	Eclairage des chantiers extérieurs (g)		 1h après la fin d'activité	

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18






*Article 3 :
prescriptions
techniques*

Où ? Cas général, sur tout le territoire	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	ULR	Code Flux CIE n°3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux installé (lumen / m²)	
					En agglomération	Hors agglomération
	Eclairages extérieurs (a)	< 1 % (données fabricant) < 4% sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 35	< 25
	Mise en lumière des parcs et jardins (b)				< 25	< 10
	Éclairage des bâtiments non résidentiels (d)			≤ 3000 K	< 25	< 20
	Eclairage des parcs de stationnement (e)	< 1 % (données fabricant) < 4 % sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 25	< 20
Icônes créées par freepik et ibrandify/freepik						

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18

*Article 4 : cas
spécifiques des
sites astronomiques*

Où ? Dans le périmètre des sites astronomiques	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	ULR	Code Flux CIE n°3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux installé en lumen / m ² (Ces valeurs s'appliquent à la fois en et hors agglomération)
	Eclairages extérieurs (a)	< 1 % (données fabricant) <4% sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 25
	Mise en lumière du patrimoine, du cadre bâti et des parcs et jardins (b)	= 0 sur luminaire installé			< 10 (uniquement pour la mise en lumière des parcs et jardins)
	Éclairage des bâtiments non résidentiels (d)			≤ 3000 K	< 20
	Eclairage des parcs de stationnement (e)	< 1 % (données fabricant) < 4 % sur luminaire installé	> 95 %	≤ 3000 K	< 20
	Eclairage des chantiers extérieurs (g)			≤ 3000 K	

Icônes créées par freepik et ibrandify/freepik

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18

*Article 4 : cas
spécifiques des
réserves naturelles*

Où ? En réserve naturelle nationale, régionale ou de Corse	Installations d'éclairage auxquelles les dispositions s'appliquent	ULR	Code Flux CIE n° 3	Température de couleur	Densité surfacique de flux lumineux installé en lumen / m² (Ces valeurs s'appliquent à la fois en et hors agglomération)
	Eclairages extérieurs (a)	< 1 % (données fabricant) <4% sur luminaire installé	> 95 %	≤ 2400 K	< 25
	Mise en lumière du patrimoine, du cadre bâti et des parcs et jardins(b)	= 0 sur luminaire installé		≤ 2400 K	< 10 (uniquement pour la mise en lumière des parcs et jardins)
	Eclairage des équipements sportifs (plein air ou découvrables) (c)			≤ 2400 K	
	Éclairage des bâtiments non résidentiels (d)			≤ 2400 K	< 20
	Eclairage des parcs de stationnement (e)	< 1 % (données fabricant) < 4 % sur luminaire installé	> 95 %	≤ 2400 K	< 20
	Evènementiel extérieur temporaire (f)			≤ 2400 K	
	Eclairage des chantiers extérieurs (g)			≤ 3000 K	
Toute installation d'éclairage : a, b, c, d, e, f, g		Dans les réserves naturelles, le préfet peut arrêter des prescriptions <u>plus strictes</u> en termes de critères techniques par rapport aux cas décrits ci-dessus, et en termes de temporalité par rapport au cas général, après consultation des instances de gestion et de consultation de la réserve concernée.			
Icônes créées par freepik et ibrandify/freepik					

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18

*Article 4 : cas
spécifiques des
surfaces en eau*








Sur cours d'eau, plans d'eau, lacs, étangs, domaines publics fluvial (DPF) et maritime (DPM), ainsi que la partie terrestre du DPM, tout éclairage **direct** par les installations d'éclairage visées à l'article 1 est **interdit**. **!!! Rétroactif !!!**

Exceptions : prescriptions du [code du travail](#) concernant les professions de manutention portuaire et sauf pour des raisons de sécurité dans les zones de circulation et de stationnement en bordure de plans d'eau, pour un événement particulier ou dans le cadre d'une autorisation d'occupation temporaire du DPM ou du DPF.

Infrastructures de transport, normes et réglementations relatives à l'éclairage

Règlementation :
AM du 27/12/18

Article 8 : calendrier de mise en oeuvre

	Date d'entrée en vigueur	Dispositions	Articles correspondants	Installations d'éclairage concernées
2019	29/12/2018	Prescription temporelle des bâtiments non résidentiels	Art. 2 - III	
		Interdiction des canons à lumière et des faisceaux lasers (espaces naturels et sites d'observation astronomique)	Art. 4 - IV	Toutes catégories
2020	01/01/2020	Prescription technique concernant l'ULR pour les luminaires qui en permettent le réglage	Art. 3-II-1°	
		Possibilité de prendre des prescriptions par arrêté préfectoral pour les paragraphes II, III et VI de l'article 4	Arrêtés préfectoraux de l'art. 4 - II, III, VI	Toutes catégories
		Interdiction de l'éclairage direct des cours d'eau, du DPM, DPF, ... à l'exception des installations destinées à favoriser la sécurité des déplacements	Art. 4 - V	Toutes catégories
2021	01/01/2021	Prescription temporelle hormis celles des bâtiments non résidentiels, lorsque la création d'un réseau d'alimentation séparé n'est pas requise	Art. 2 hors III	
	01/01/2025	Remplacement obligatoire des installations lumineuses dont l'ULR est supérieur à 50% (par des luminaires conformes aux dispositions de l'arrêté)		  Sites d'obs. astro. et réserves nat.

Focus sur l'arrêté ministériel du 27/12/18

Plus d'informations ici :

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/decryptage-arrete-ministeriel-nuisances-lumineuses-contexte>



The screenshot displays the Cerema website interface. At the top, there is an orange navigation bar with links for 'ACCÈS DIRECT', 'BOUTIQUE', and 'NOS SITES'. Below this, a secondary navigation bar lists various sections: 'LE CEREMA', 'ACTIVITÉS ET SERVICES', 'EN RÉGIONS', 'INNOVATION & RECHERCHE', 'CENTRE DE RESSOURCES', and 'LE MAG'. The main content area features the Cerema logo on the left and a breadcrumb trail: 'Accueil > Actualités > Décryptage : l'arrêté ministériel "nuisances lumineuses" - Contexte'. Below the breadcrumb, the word 'DOSSIER' is displayed, followed by the article title 'Décryptage : l'arrêté ministériel "nuisances lumineuses" - Contexte' in a large, bold font. The date '2 JUILLET 2019' is shown at the bottom of the article header.

Les solutions possibles

Leviers d'actions



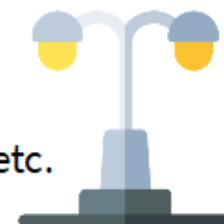
Axe temporel

Horaires, durées, etc.

Gestion de l'éclairage nocturne

Axe spatial

Densité, position, etc.



Caractéristiques des luminaires

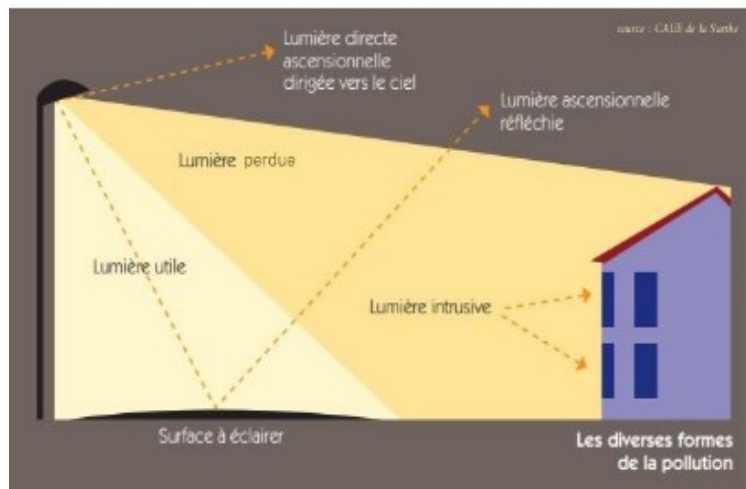
Hauteur, spectre, flux, etc.

Les solutions possibles

Des solutions techniques pour réduire l'impact de l'éclairage sur la biodiversité

Paramètres **techniques** :

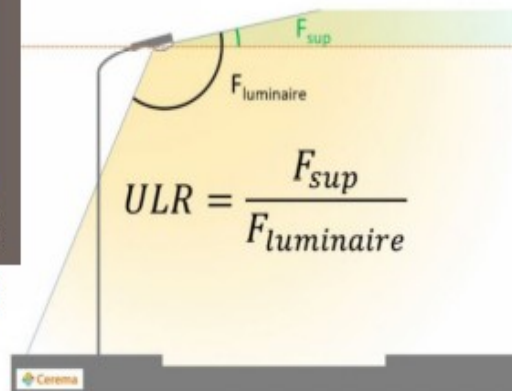
- Orientation du flux lumineux dans l'espace



Respecter un quota de lumière au m² utile (densité surfacique)

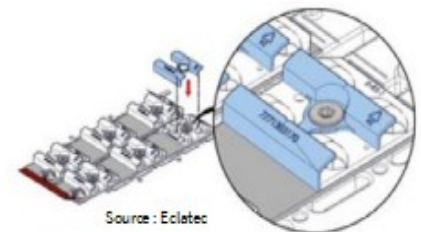
Objectifs : n'éclairer que la surface utile

- Eviter les déperditions d'énergie
- Eviter les lumières intrusives et indésirables



ULR < 4%

Coupe-flux arrière

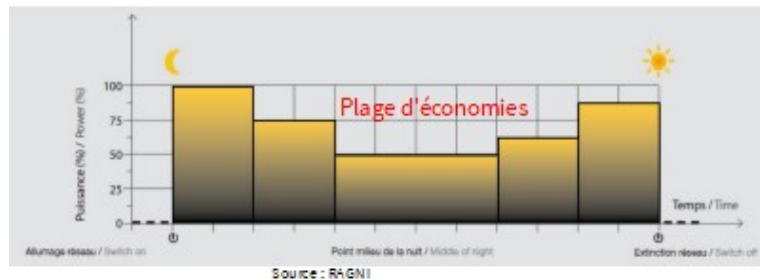


Les solutions possibles

Des solutions techniques pour réduire l'impact de l'éclairage sur la biodiversité

Paramètres **techniques** :

- Quantité de lumière émise



Objectifs : Economiser l'énergie

- Limiter la détectabilité du point lumineux à longue distance
- Limiter la contribution du PL au halo lumineux
- Moins de flux lumineux = moins de flux réfléchi



Les solutions possibles

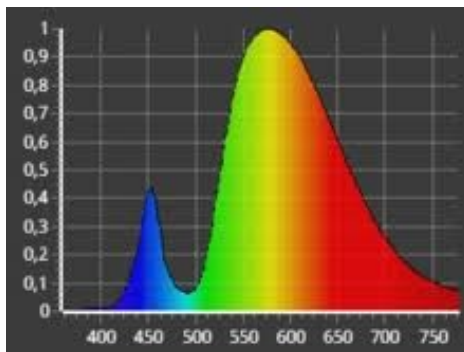
Des solutions techniques pour réduire l'impact de l'éclairage sur la biodiversité

Paramètres **techniques** :

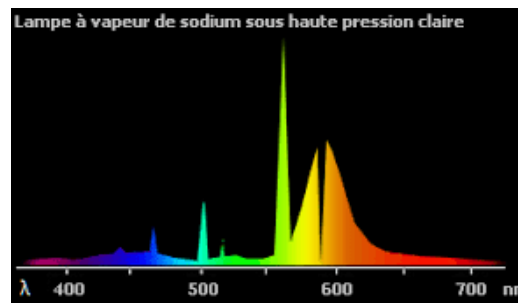
- Nature de la lumière émise

Objectifs : Limiter l'impact biodiversité

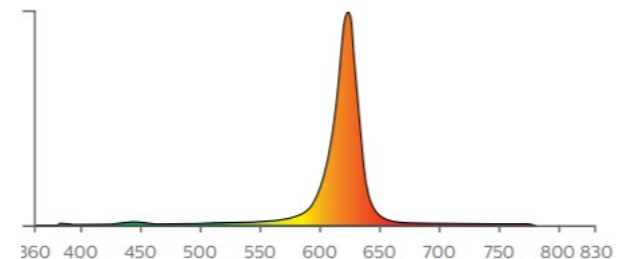
- Privilégier des sources « chaudes » à spectre « étroit »
- Eviter les spectres à « raies bleues »



3000 K



2400 K



1000 K

Contact

Samuel Busson

Chargé d'étude biodiversité et foncier

Tél.: 04 42 24 77 61

Samuel.busson@cerema.fr

Paul Verny

Responsable mission « éclairage, maîtrise de l'énergie et des nuisances liées à la lumière »

Tél.: 04 42 24 77 64 – 06 16 42 43 34

Paul.verny@cerema.fr