



Atelier **Pollution lumineuse**

Festival d'Astronomie de Fleurance
12/08/2015

Aurore Escaffé
Pole formation Dark Sky Lab

Michel Bonavitacola
Responsable Recherche et
Développement de Dark Sky Lab

Sommaire

1 - Contexte

2 - Méthodologie

3 – Campagne de mesures

4 – Etablir un dossier de synthèse

5 – Travaux pratiques

1 - Contexte

La pollution lumineuse qu'est ce que c'est ?

La lumière artificielle peut engendrer 2 types de nuisances :

- **La lumière part horizontalement ou vers le sol**

- Eclairages directs (sources proches)

Eblouissement

Lumières intrusives

- **Réflexion** qui repart vers le ciel

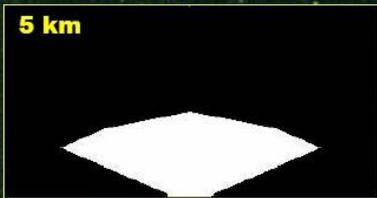
- **La lumière qui part vers le ciel.** Elle est dispersée par les molécules de gaz et les particules de l'atmosphère. Il se forme un **halo** lumineux qui éclaire l'atmosphère et nous masque ainsi la voûte céleste . (**lumière diffusée**)



D'où vient la pollution lumineuse?

Cinzano & Diaz Castro 2000

5 km



Pour des sources proches, la pollution lumineuse provient essentiellement de la lumière émise vers le haut.

25 km



Pour des sources éloignées (> 5 km), la pollution lumineuse est produite par de la lumière émise près de l'horizon (< 10 degrés).



Photos Michel Bonavitacola



La « pollution lumineuse » se définit par l'impact de la lumière artificielle sur l'environnement

Impact sur le paysage nocturne

Impact sur la faune

Impact sur la flore

Impact sur l'humain



Dans le monde le droit de l'environnement évolue

En France

LOI no 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en oeuvre du Grenelle de l'environnement (1)

Grenelle 1

CHAPITRE I^{er}

L'environnement et la santé

Article 41 du Grenelle 1 :

« les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation ».



Dans le monde le droit de l'environnement évolue

En France

Grenelle 2

LOI no 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (1)

Article 173 du Grenelle 2 : impose des prescriptions techniques à l'exploitant ou l'utilisateur des installations lumineuses (éclairage public, enseignes et publicités lumineuses, éclairage de mise en valeur du patrimoine, éclairage des installations sportives extérieures)

Les exigences porteront notamment sur les paramètres suivants :

- la distribution des flux lumineux dans l'espace, en vue d'éviter d'éclairer inutilement le ciel ou d'éviter les lumières intrusives ;
- les niveaux d'éclairéments : les arrêtés fixeront des valeurs maximales à ne pas dépasser ;
- l'efficacité lumineuse des lampes et des appareillages afin de favoriser la disparition des lampes et appareillages énergivores ;
- la limitation des éblouissements ;
- les horaires de fonctionnement de certains types d'installations (mise en valeur du patrimoine, enseignes, pré-enseignes, publicités lumineuses)



Loi sur la transition énergétique

Automne 2014

→ Décrets d'application

REPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'écologie, du
développement durable
et de l'énergie

PROJET DE LOI
relatif à la transition énergétique pour la croissance verte
NOR : DEVX1413092L/Bleue-1

TITRE I^{er}
DEFINIR LES OBJECTIFS COMMUNS POUR REUSSIR LA TRANSITION
ENERGETIQUE, RENFORCER L'INDEPENDANCE ENERGETIQUE
DE LA FRANCE ET LUTTER CONTRE LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Article 1^{er}

L'article L. 100-1 du code de l'énergie est remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. L. 100-1. - La politique énergétique :

« - favorise, grâce à la mobilisation de toutes les filières industrielles et notamment celles de la croissance verte, l'émergence d'une économie sobre en énergie et en ressources, compétitive et riche en emplois ;

« - assure la sécurité d'approvisionnement ;

« - maintient un prix de l'énergie compétitif ;

« - préserve la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre ;

« - garantit la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie. »

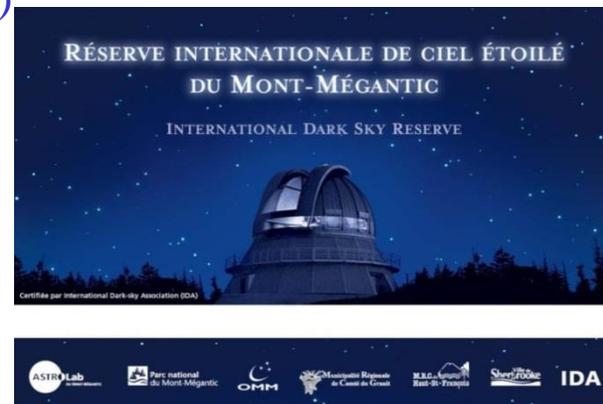


The International Dark Sky Places

International Dark Sky Places program,

IDA along with partners, certify locations with exceptional nightscapes as :

- International Dark Sky Communities (IDSC)
- International Dark Sky Parks (IDSP)
- International Dark Sky Reserves (IDSR).



Réserve Internationale du Pic du Midi



Dark Sky Lab

Bureau d'étude en environnement.

- Etudes d'impact sur l'environnement nocturne.

- Bilans "Pollution Lumineuse"

- Etudes d'impact sur l'environnement nocturne.

- Mise en conformité des installations d'éclairages extérieurs vis à vis de la législation.

- Economies d'énergie importantes tout en diminuant la pollution lumineuse.



2 - Méthodologie



Etat des lieux



Etudes d'impacts

Diagnostic



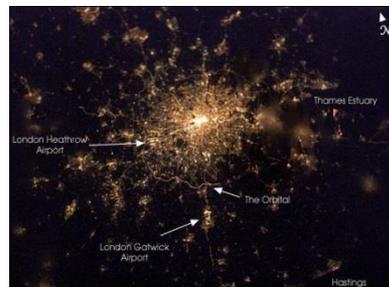
Schéma directeur de mise en conformité

Earth ConstellationData Bank

Campagne de mesures

Mesures sol

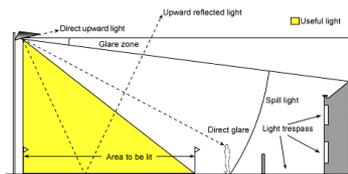
Surveillance aérienne
et depuis l'espace



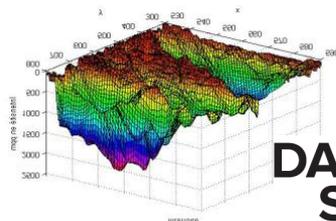
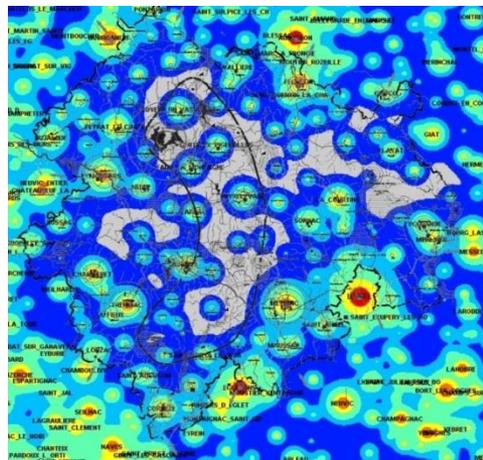
Technical DSL Data Bank

- Catalogue des sources
- Données géographiques
- Mesures / imagerie sol et vol
- Normes et règlements
- Biodiversité
- Processus et Outils

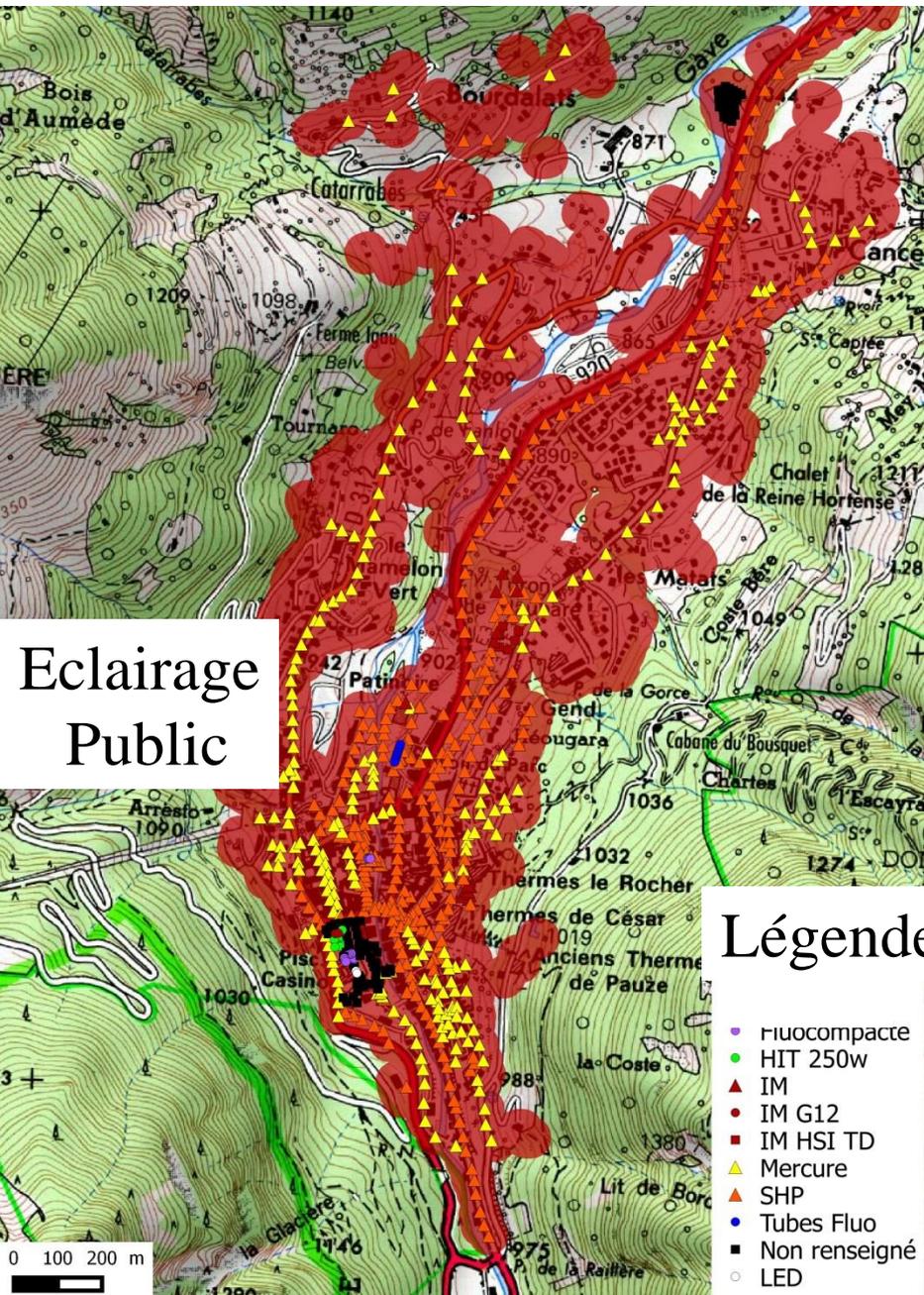
Analyse et études d'impact



Light pollution is often caused by the way light is emitted from lighting equipment. Choosing proper equipment and carefully mounting and aiming it can make a significant difference.



Bilan / Inventaires



Eclairage
Public

Légende

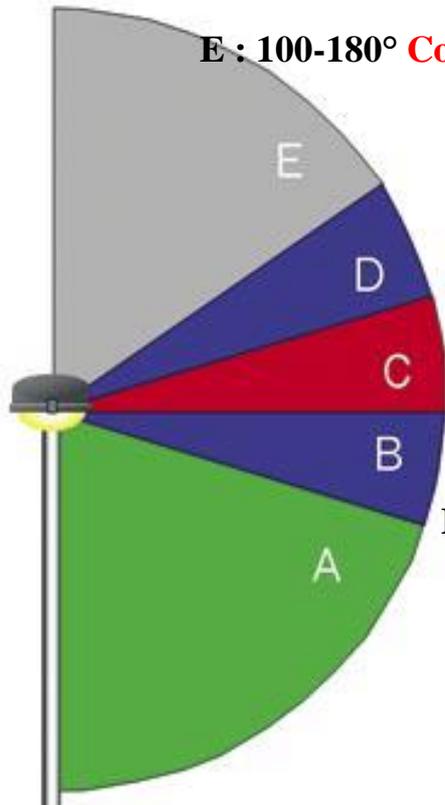
- Fluocompacte
- HIT 250w
- ▲ IM
- IM G12
- IM HSI TD
- ▲ Mercure
- ▲ SHP
- Tubes Fluo
- Non renseigné
- LED



Autres éclairages ?



**Critère 1 :
Maîtrise de la distribution spatiale des flux lumineux**



E : 100-180° Contribution majeure au halo

D : 95-100°

**Contribution importante au halo,
Peu de risque pour la lumière intrusive au sol.**

C : 90-95°

**Contribution au halo
Lumière intrusive
Eblouissement**

B : 75-90°

**Contribution significative au halo
Vu de loin par la réflexion
Eblouissement
Lumière intrusive**

A : 0-75° Zone utile

- Adaptation et limitation du flux
- Lumière intrusive potentielle
- Albédo / réflexion → contribution au halo

Type de sources

**Localisation et
distribution
des sources**

**Evaluation du ULOR
Lumières intrusives
Eblouissement**

Light pollution is often caused by the way light is emitted from lighting equipment. Choosing proper equipment and carefully mounting and aiming it can make a significant difference.

Critère 2

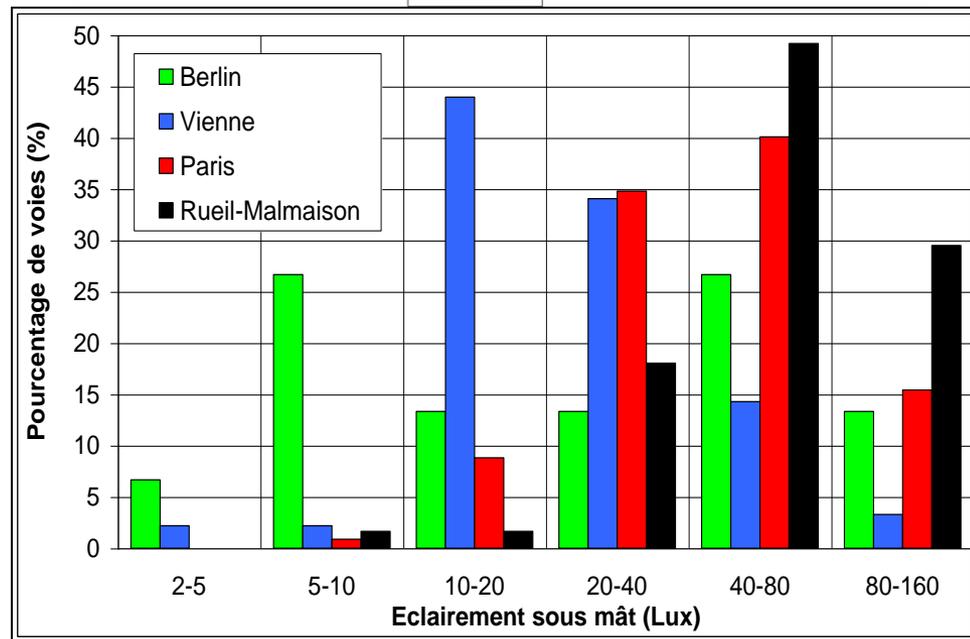
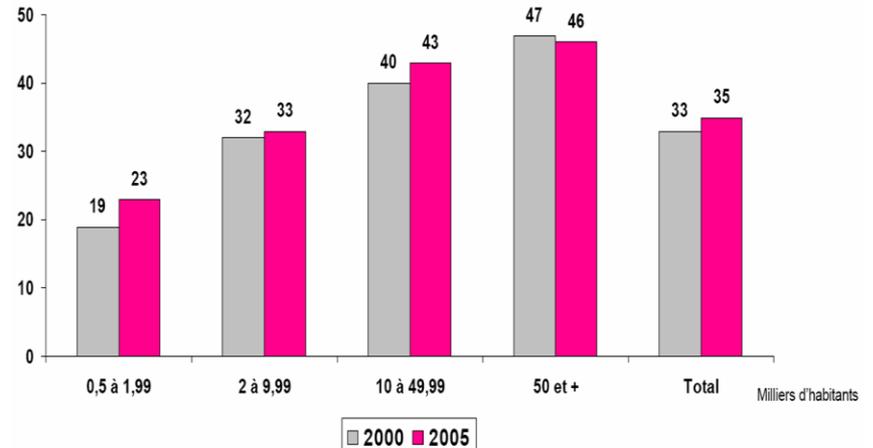
Maitrise de l'éclairage au sol

Conformité de l'éclairage au sol par rapport à la norme et recommandations

Point complémentaires:
Albédo des surfaces éclairées

Législation
Normes
Cahier des charges

Nombre de points lumineux par km de voies éclairées

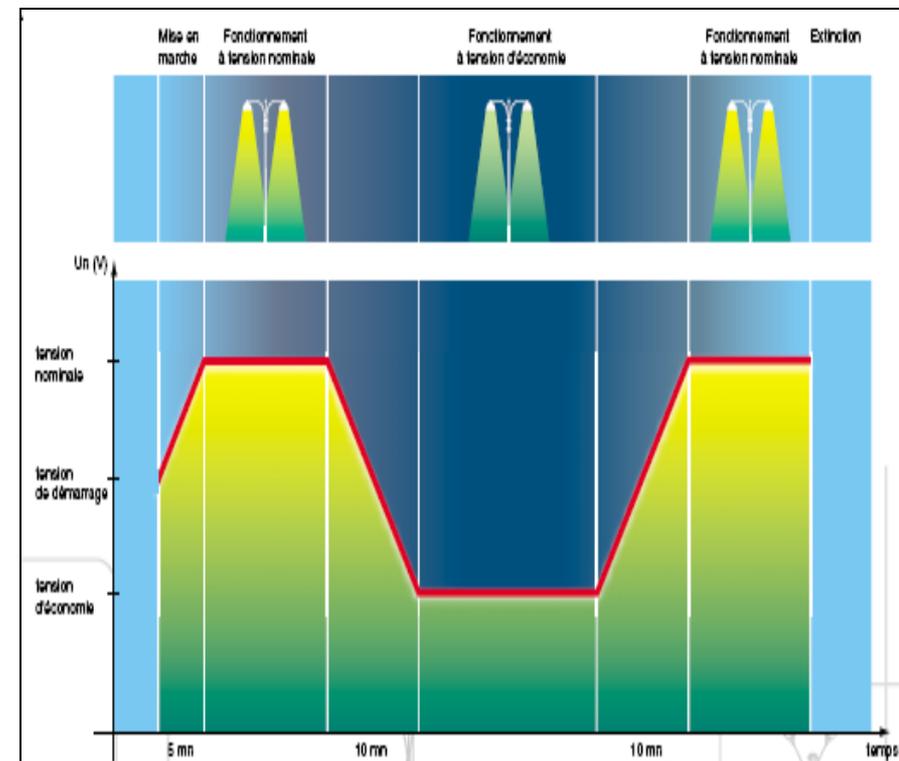
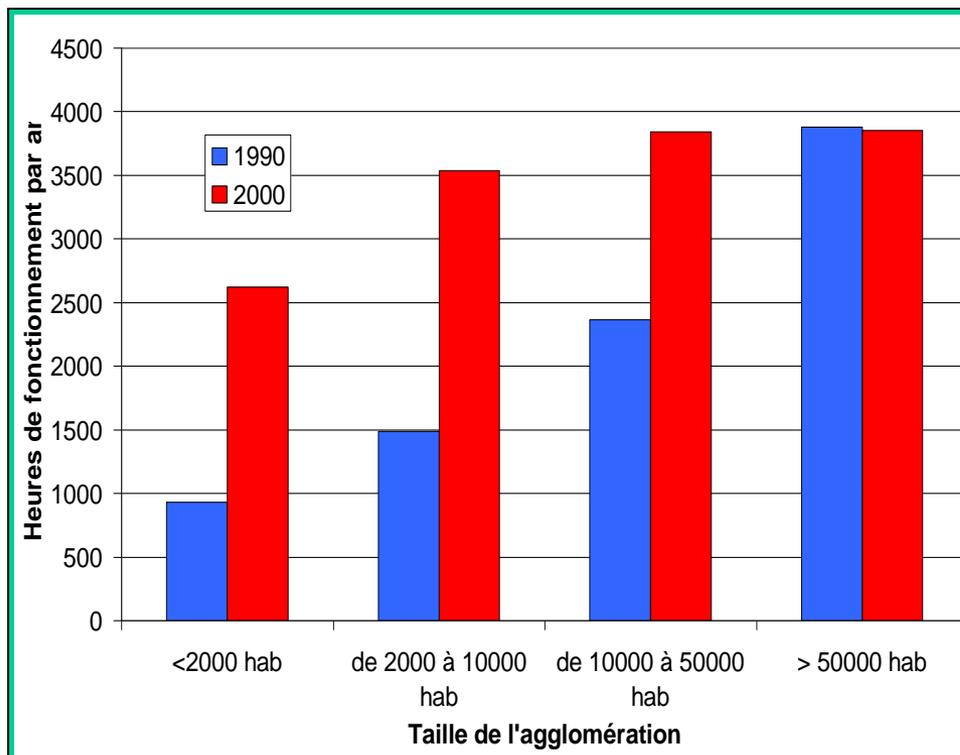


Critère 3

Plage horaire de fonctionnement

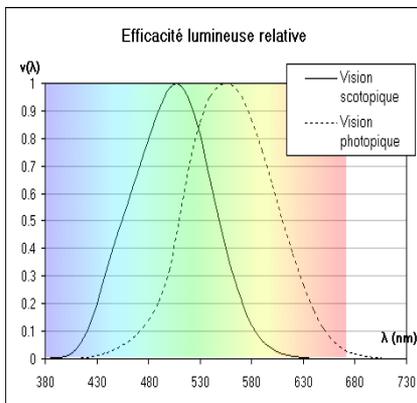
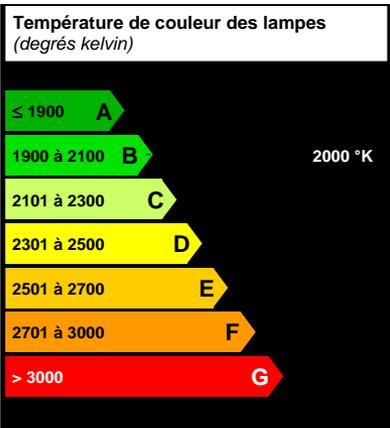
Evolution de la durée d'éclairage (en heures/an) :
doublement sur dix ans pour les petites agglomérations

- La pratique de l'extinction en fin de soirée s'est perdue.
- Une alternative : les ballasts électroniques à variation de tension :

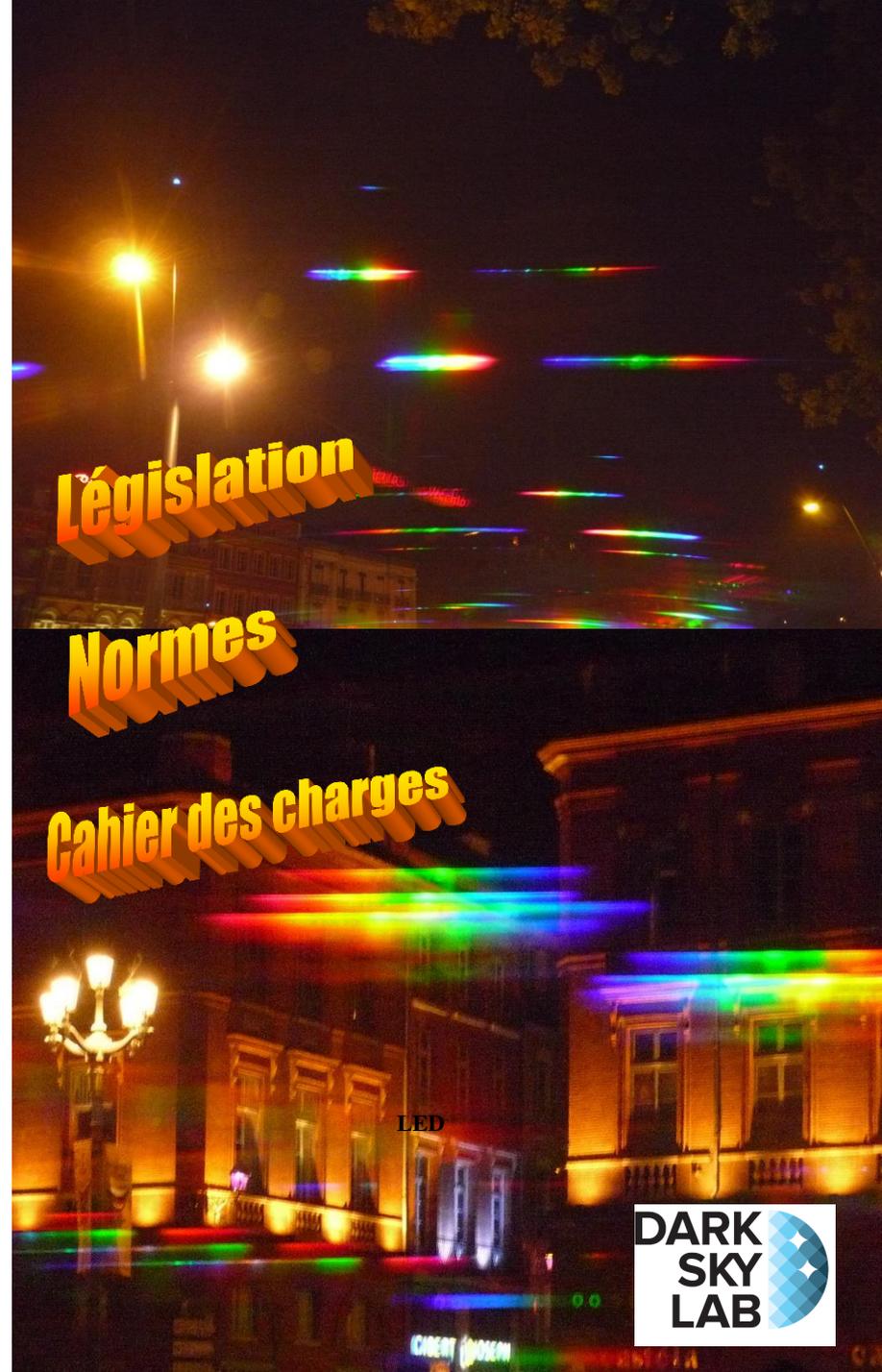
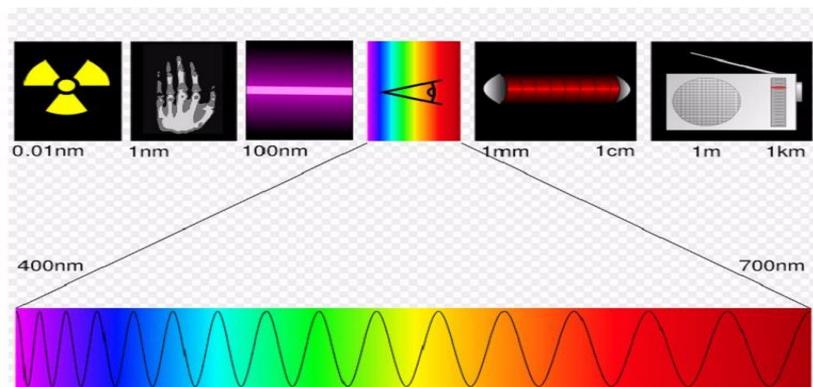


Critère4

Distribution spectrale des flux



Impact du type de spectre sur l'environnement est très important





Critère 5



Evaluation de l'impact sur l'environnement



Campagne de mesures au sol



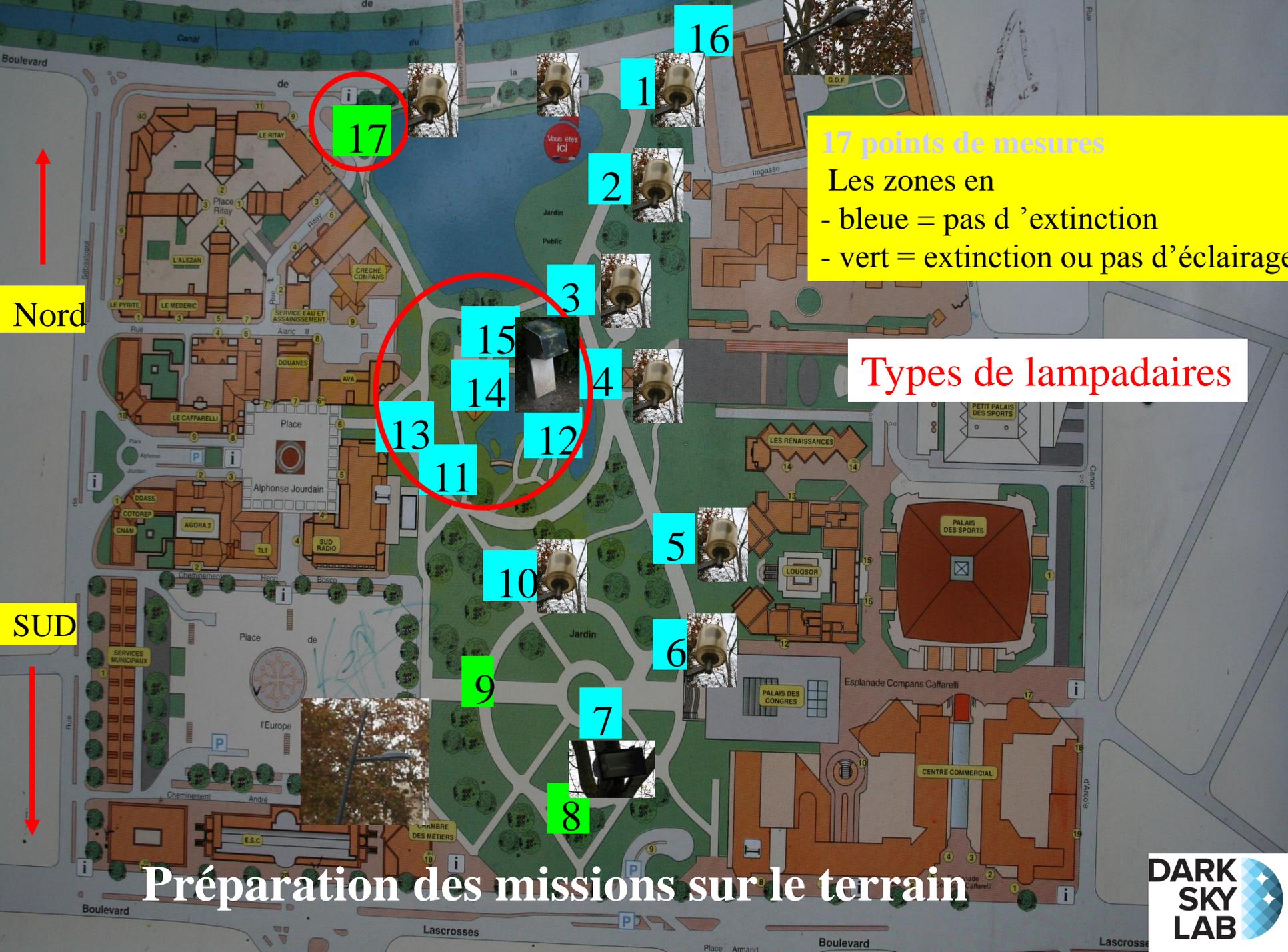
Magnitude surfacique au zénith = 21.8 mag/sec**2



Horizon Sud Est



Horizon Nord



17 points de mesures
Les zones en
- bleue = pas d'extinction
- vert = extinction ou pas d'éclairage

Types de lampadaires

Préparation des missions sur le terrain



Mesure du flux au sol

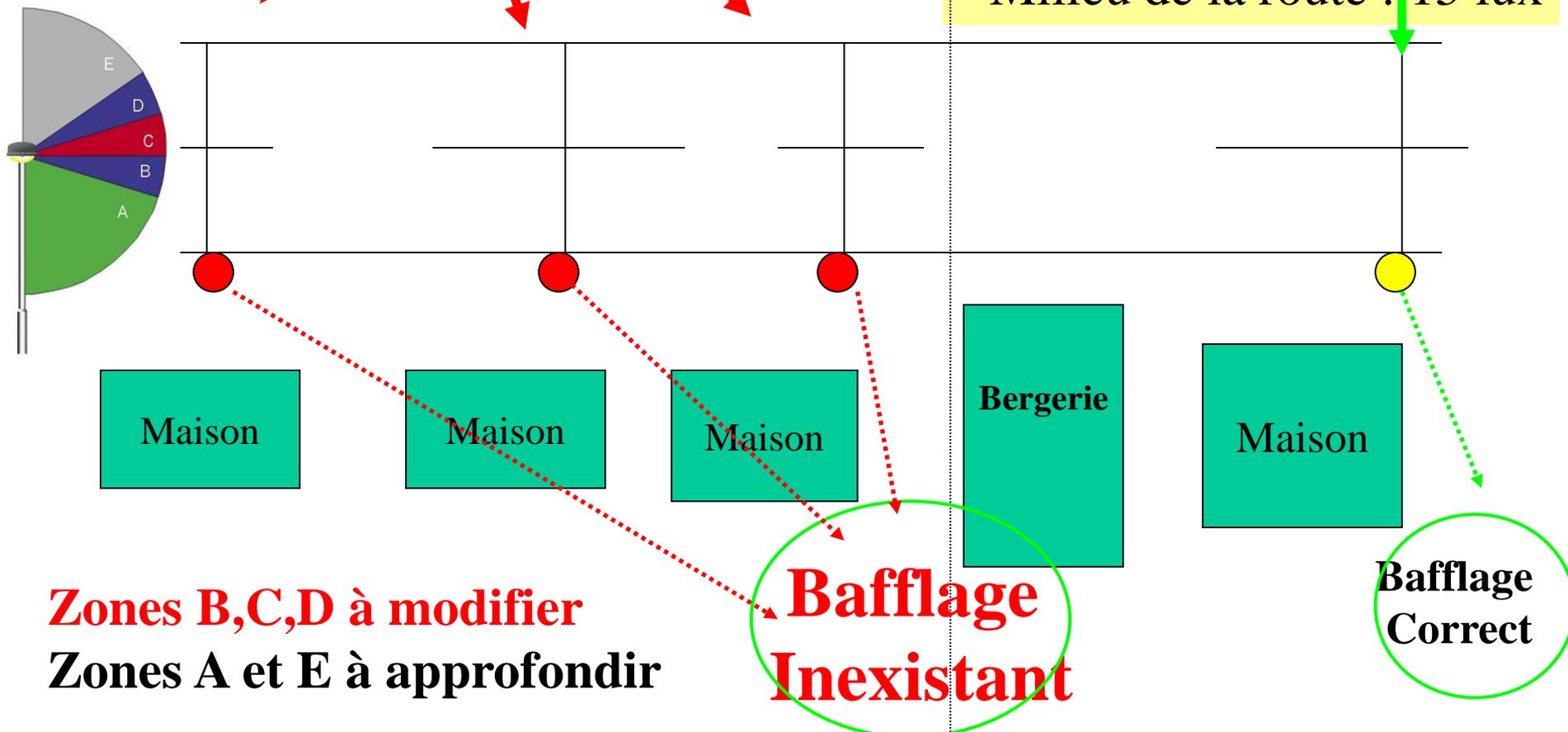
Nouveaux lampadaires

- Dessous : 36 lux
- Milieu de la route 24 lux
- Bord opposé : 14 lux

Mesures luxmètre calibré

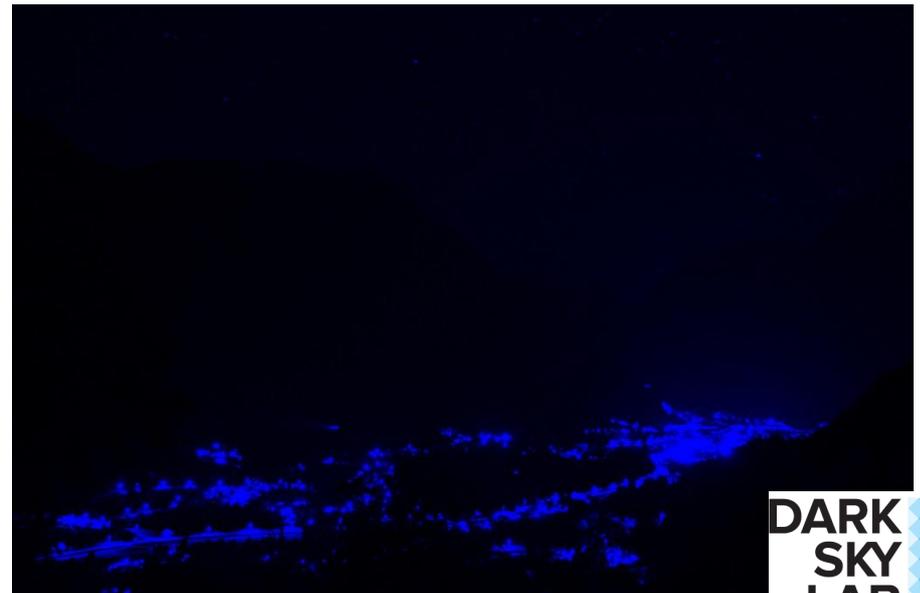
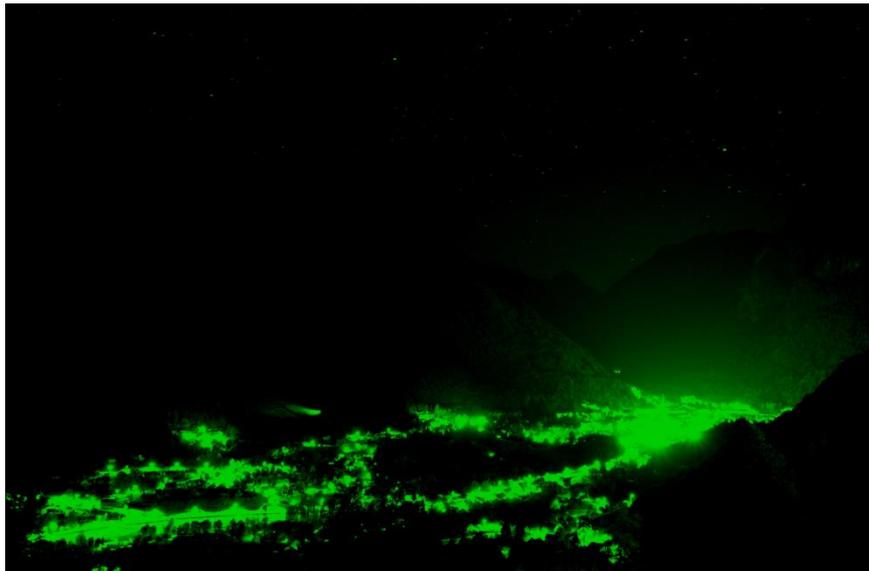
Anciens lampadaires

- Dessous : 18 lux
- Milieu de la route : 15 lux





Etude des bandes spectrales et photométrie



Analyse des mesures

Analyse lampadaire par lampadaire

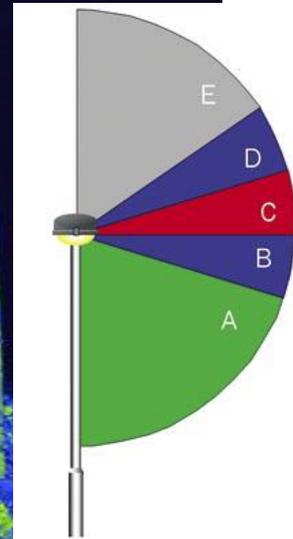
Estimation :

- ULOR
- Flux au sol
- Spectres

Ulor important

Spectre correct

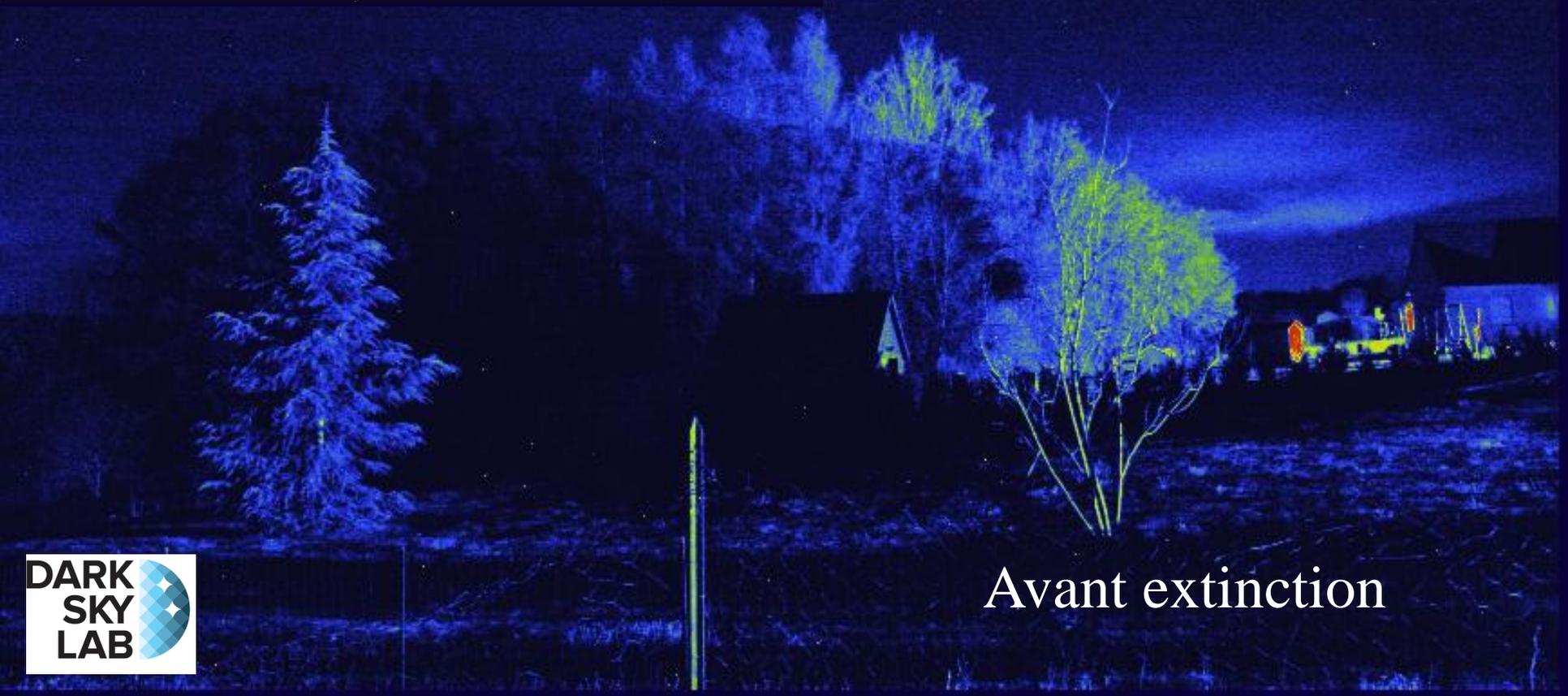
Zone A



Flux excessif ---> Réduire le flux de 50%
Passer de 36 lux à 18 lux sous les lampadaires

Gestion dans le temps

Après extinction à 23h

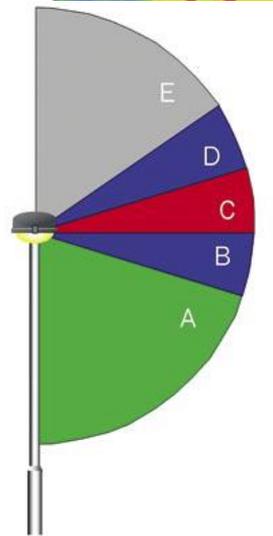


Avant extinction

Analyse lampadaire par lampadaire

Lumières intrusives

Zones B,C,D,E : flux trop élevé



Mise en conformité

Copyright Bruno Charlier
Université de Pau

Avant changement

Après changement

Commune de Aulon
Réserve Internationale du Pic du Midi

Copyright Michel Bonavitaola



4 - Etablir un dossier de synthèse

LE ZONAGE DE LA RICE

Projet de la Réserve Internationale de Ciel Etoilé du Pic du Midi de Bigorre

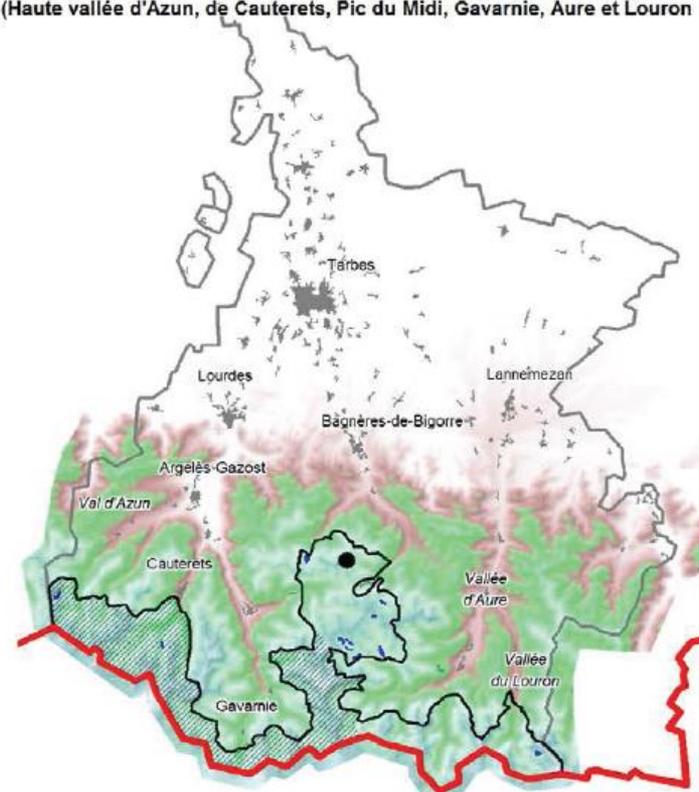
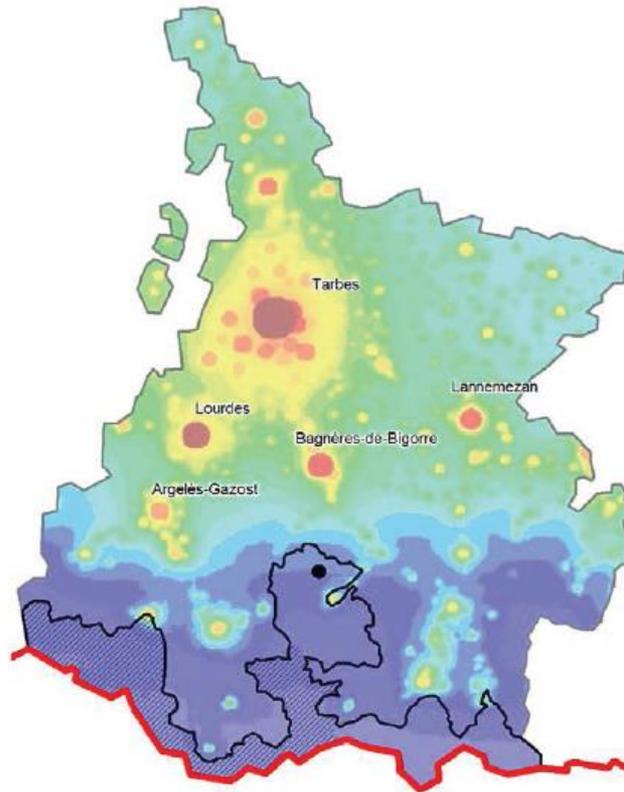
Nuisances lumineuses et qualité du ciel étoilé

(Modélisation Thopro - Licorness - 2010)

Territoire : 72% de la zone coeur

de la Réserve se situe à plus 2000 m d'altitude

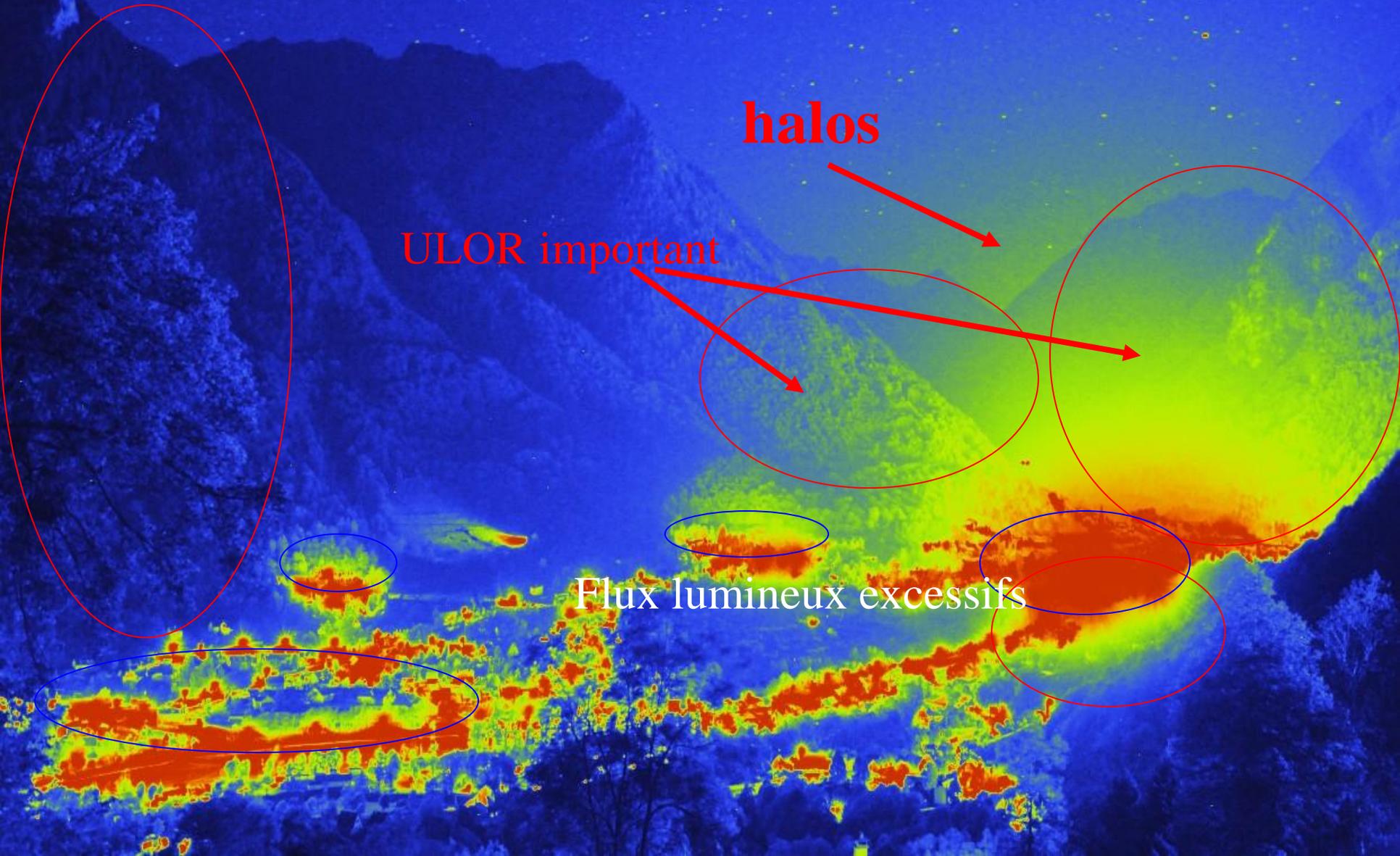
(Haute vallée d'Azun, de Caunterets, Pic du Midi, Gavarnie, Aure et Louron)



-  Zone coeur de la Réserve (600 km²)
-  Zone coeur du Parc national des Pyrénées
-  Pic du Midi de Bigorre



Analyse globale d'une ville



halos

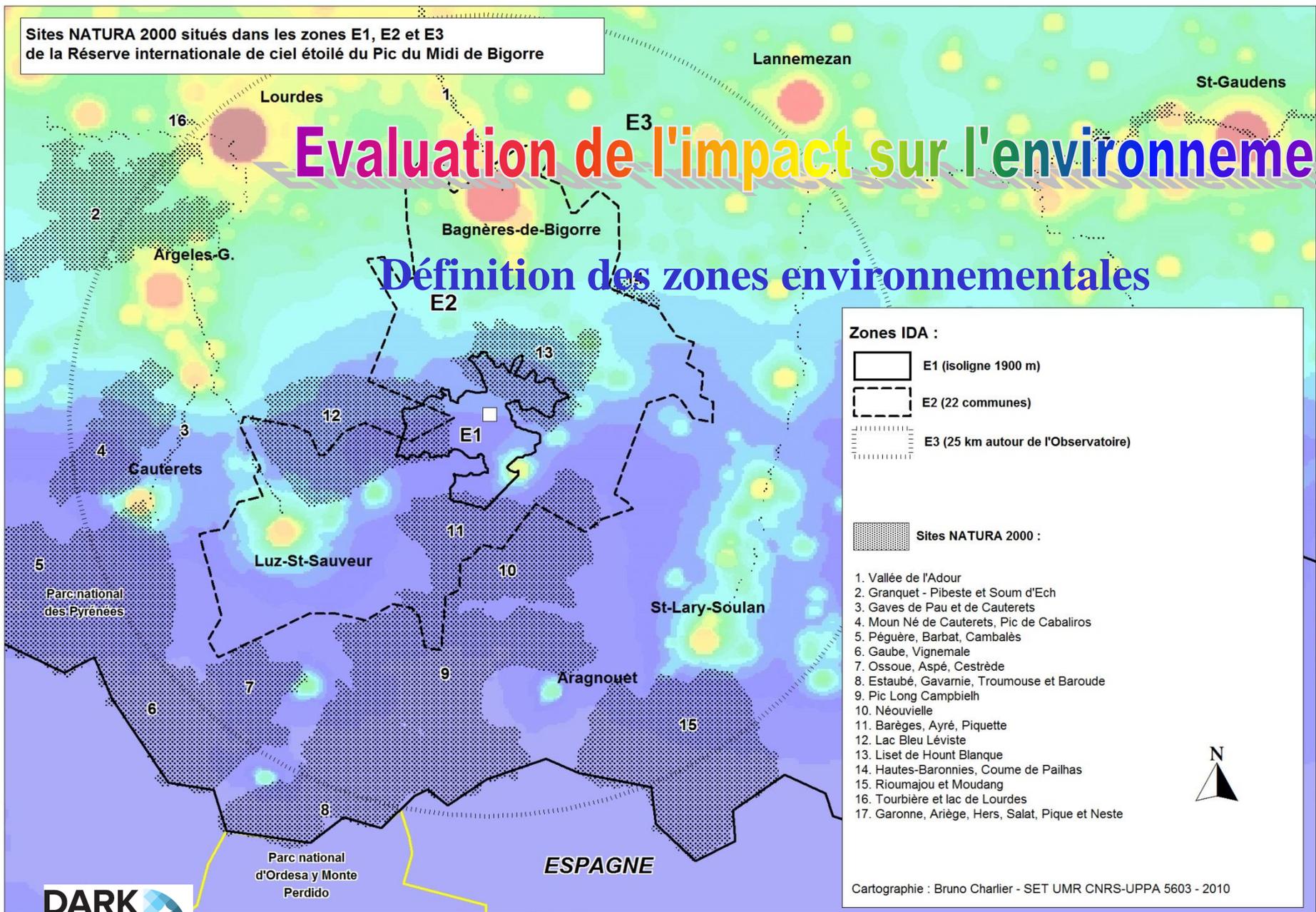
ULOR important

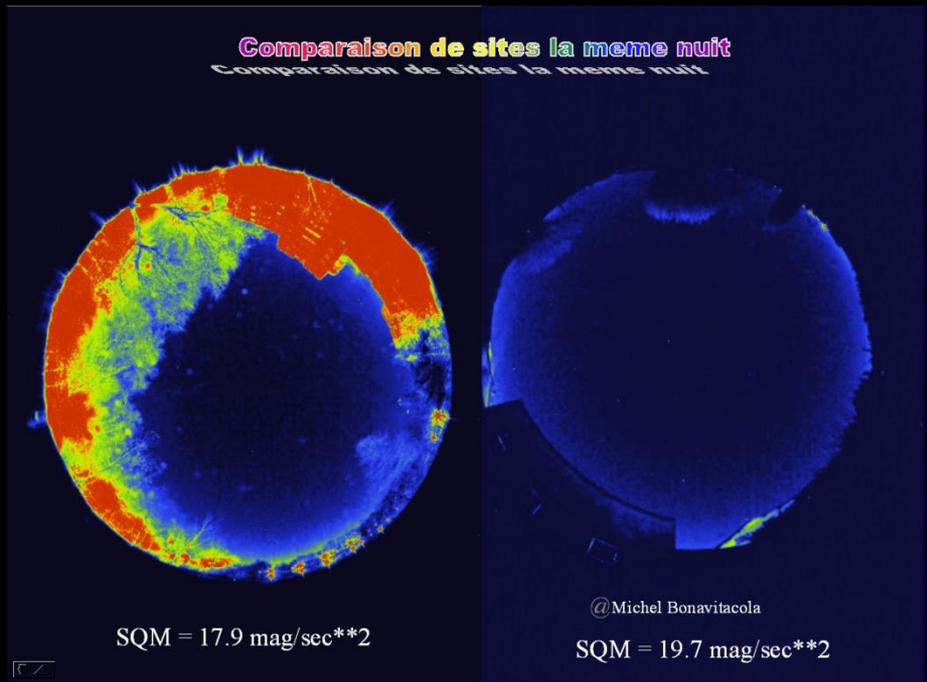
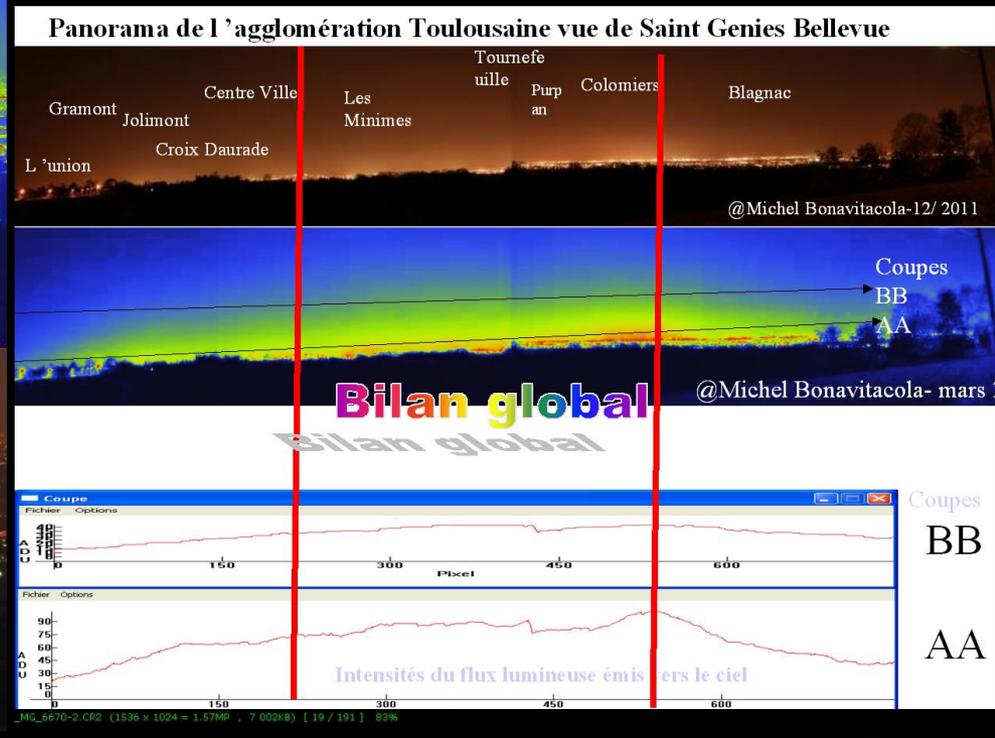
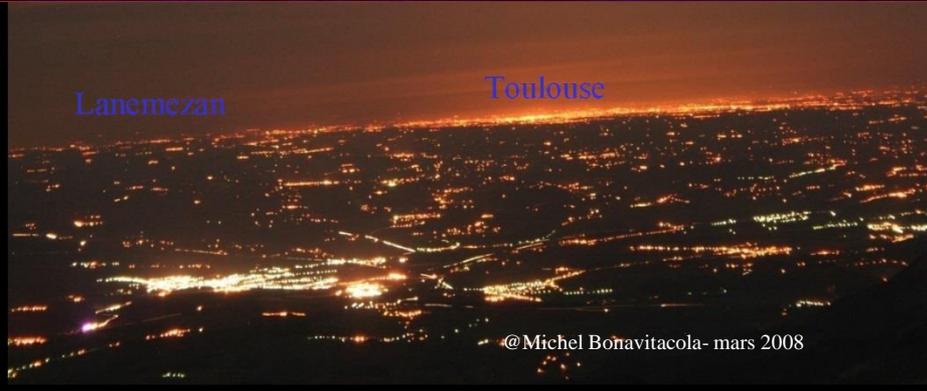
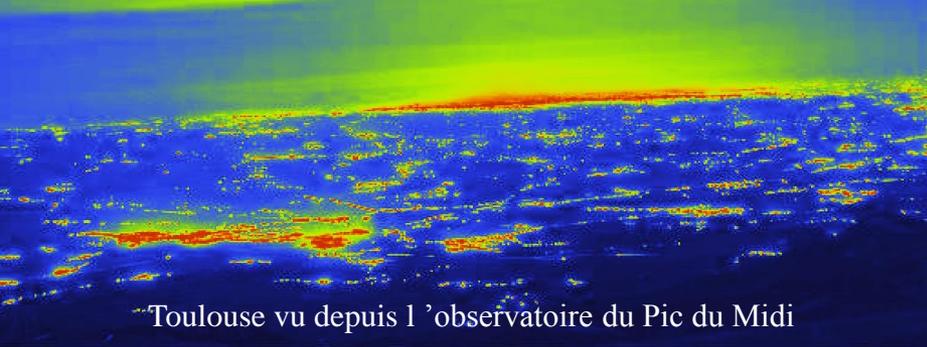
Flux lumineux excessifs

Sites NATURA 2000 situés dans les zones E1, E2 et E3
de la Réserve internationale de ciel étoilé du Pic du Midi de Bigorre

Evaluation de l'impact sur l'environnement

Définition des zones environnementales





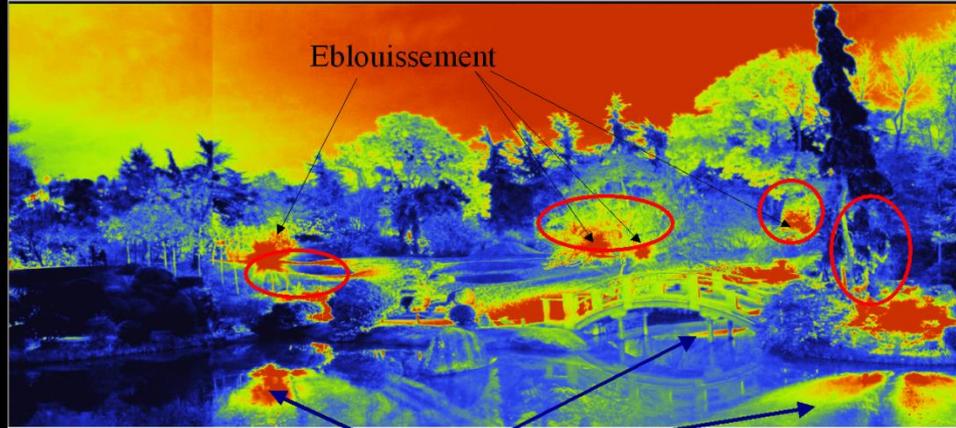


Parc Caffarelli
Toulouse centre

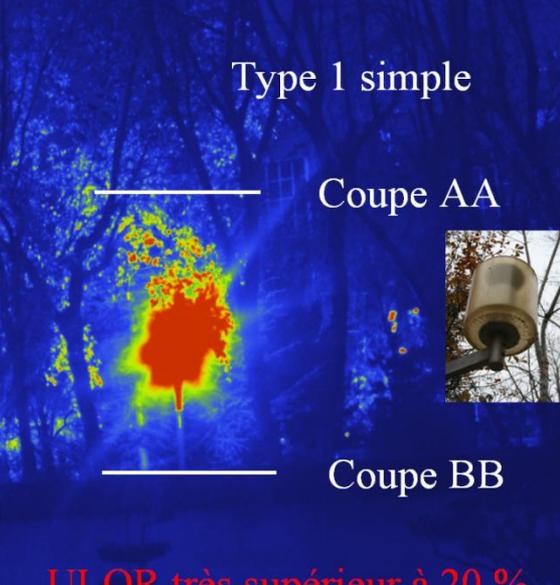
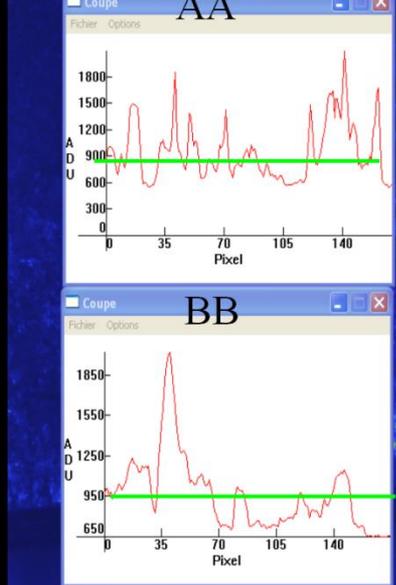
Plan de réduction des éclairages

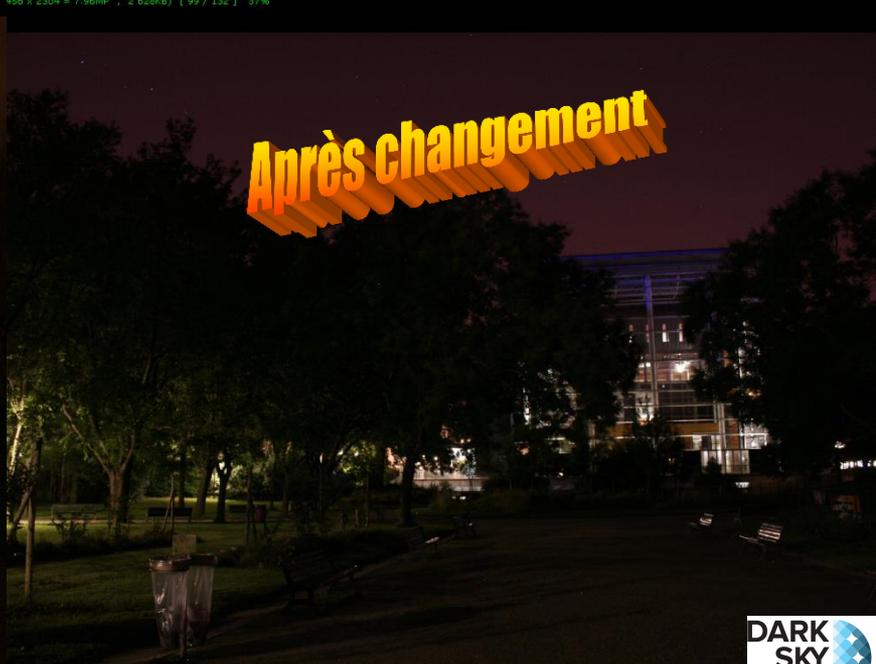


Critère 1 :
Maitrise de la distribution spatiale des flux lumineux



Critère 1 :
Maitrise de la distribution spatiale des flux lumineux

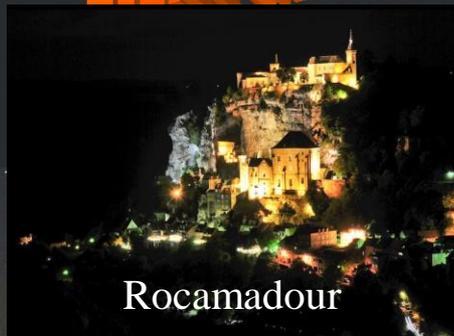






Avant extinction

Magnitude : 21.05



Rocamadour

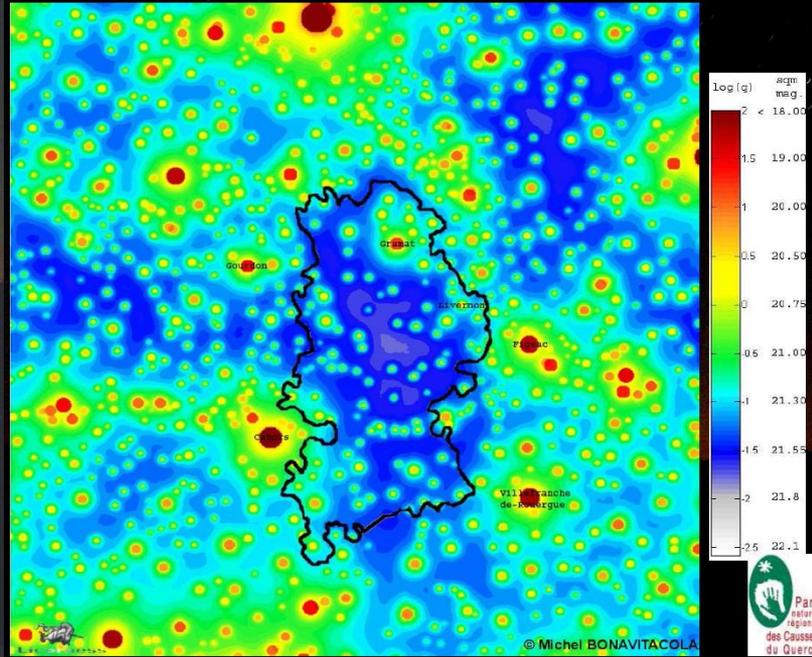


Après extinction

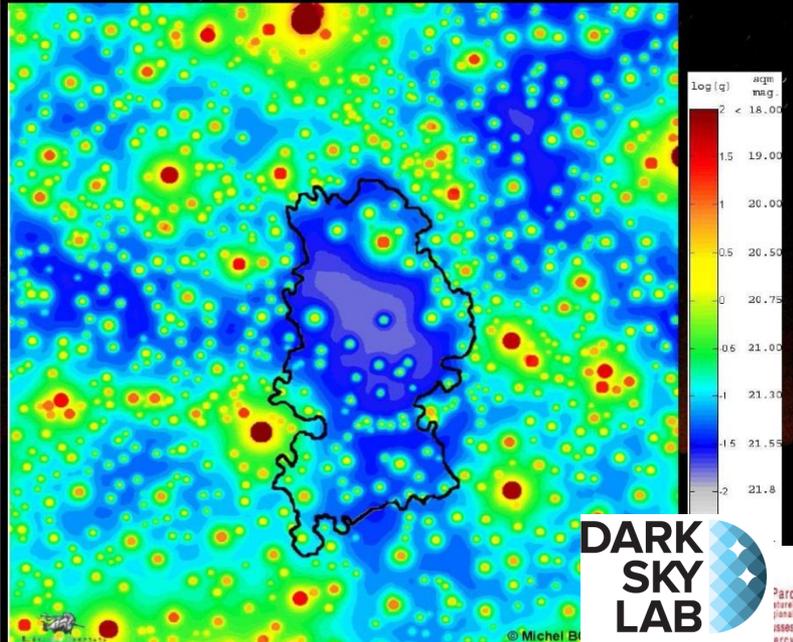
**Magnitude : 21.44
à 21.50**

@Nathalie Fauquenbergue

Cartes de pollution lumineuse

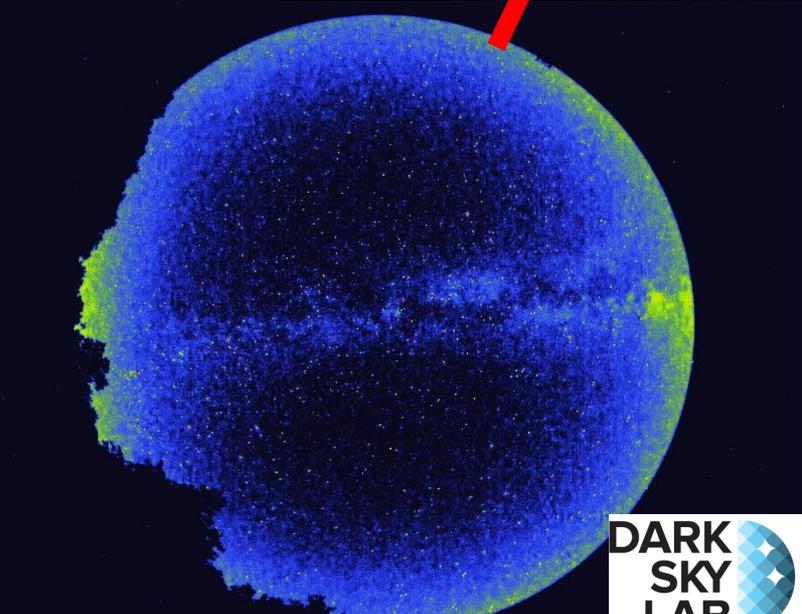
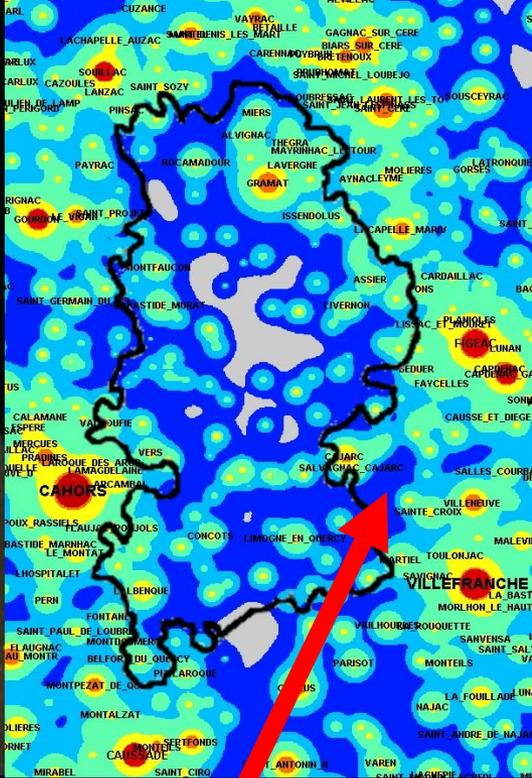


Cartes de pollution lumineuse



Qualité du ciel

Magnitude surfacique au zénith = 21.45 mag/arc**2



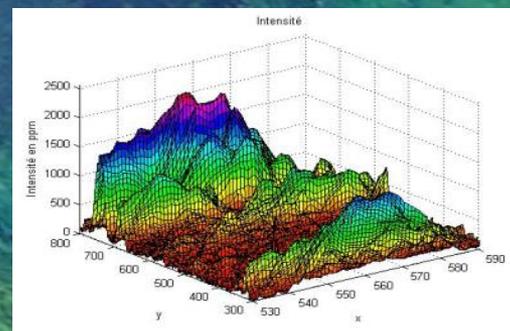
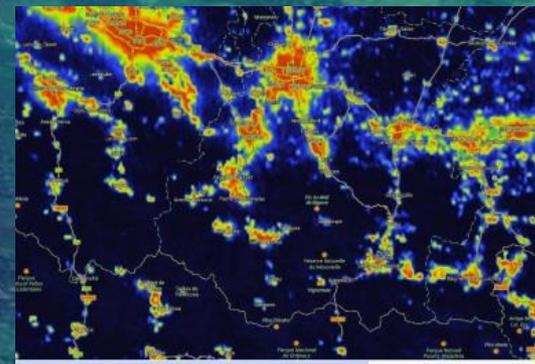
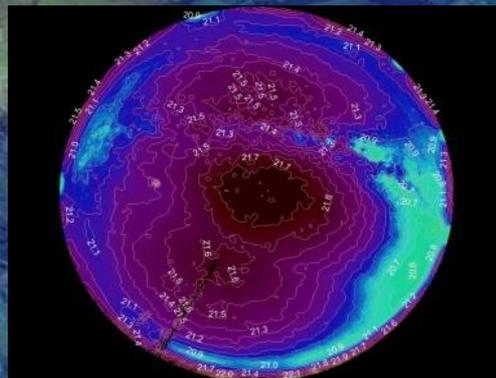
Site des RAAGSO 2014

Analyse
Modélisation
Etudes d'impact

Luz-Saint-Sauv.

Pierrefitte-Nestalas

Ensemble du processus
Programme Aigle

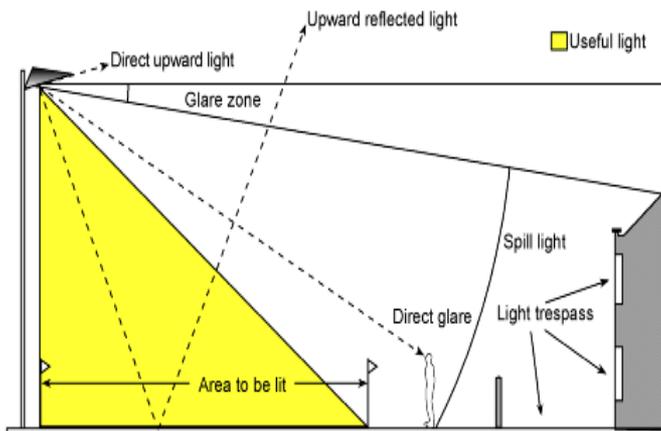


1000 m

Bilan et mise en conformité

Exemple

Nméro critère	Critère	diagnostique	Action corrective à effectuer
1	Mairise spatiale des flux lumineux	inadapté aux besoins	Bafflage ou changement du chapeau. Une possibilité est de mettre un chapeau débordant pour limiter le flux ascendant. Autre possibilité mettre des lampadaires à ULOR inférieur à 5% voir 0% (exemple voir gamme PLURIO de chez TORN)
2	Eclairage au sol	Inadapté aux besoins	Diminuer de 40 à 50 % le flux au sol
3	Plage horaire de fonctionnement	Correct	-
4	Distribution spectrale	Correct	-
5	Impact sur l'environnement	Très important	Conserver le spectre + les plages horaire mais diminuer le ULOR



Light pollution is often caused by the way light is emitted from lighting equipment. Choosing proper equipment and carefully mounting and aiming it can make a significant difference.

ULOR important
Flux au sol trop élevé

- Donc énergie gaspillée
- Coût récurrent non négligeable pour la collectivité

DarkSkyLab

Étude de la pollution lumineuse
et des ses impacts sur les écosystèmes

Site internet : darkskylab.com

Adresse mail : info@darkskylab.com

Présentation

Bureau d'étude spécialisé dans l'expertise scientifique de la pollution lumineuse et des ses impacts sur les écosystèmes.

Mission

Réalisation de diagnostics d'éclairage public (collectivités) et privés (industriels) pour en optimiser l'usage afin de protéger l'environnement nocturne et réaliser des économies sur les dépenses énergétiques.

Prestations

- Diagnostic et Préconisation
- Modélisation et Visualisation
- Moyens d'Imagerie
- Évaluation des impacts écologique et économiques



[Téléchargez la présentation de DarkSkyLab \(pdf\)](#)

R&D

- Moyens de modélisation et visualisation numérique
- cartographie
- moyens d'imagerie de haute altitude et spatiale

Dark Sky Lab
3 rue Romiguières
31000 Toulouse

Merci
pour votre attention

