

Journée technique du Pôle Eclairage du Cerema : **Lumière sur l'éclairage urbain de demain**



Etude de la pollution lumineuse à partir d'images visibles aériennes et nocturnes



Romain CHASSEIGNE

Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE)

Contexte et enjeux (1)

- Le phénomène de « pollution lumineuse »
 - Lumière artificielle excessive, mal-orientée, gênante...
 - Effets: éblouissement, halo lumineux, lumière intrusive, sur-illumination
- Impacts de la lumière artificielle
 - Impacts sur la santé humaine
 - Consommation énergétique
 - Biodiversité
 - Observation du ciel...
- Aider et informer les territoires
 - ...techniquement avec l'identification des sources de pollution lumineuse sur le terrain
 - ...en délivrant de puissants outils de communication permettant la sensibilisation



source : medium.com



source : AFP PHOTO/JOHN TYS

Contexte et enjeux (2)

Cadre réglementaire en France

- Lois liées au Grenelle de l'Environnement (2009)
 - Réduction de la pollution lumineuse
 - Encouragement des rénovations sur les installations publiques
- Loi relative à la transition énergétique (2015)
 - Renforcement des lois précédentes
 - Préservation de la biodiversité
 - Définition des trames vertes et bleues
- Arrêté ministériel du 27 décembre 2018
 - Réduction / limitation des nuisances lumineuses avec prescriptions particulières
 - Extension des prescriptions au secteur privé
 - Introduction de la notion de temporalité



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE



Les motivations de la visualisation aérienne

— Dans une perspective globale

- Obtenir une vision globale de la situation d'un parc d'éclairage d'un territoire donné
- Disposer d'informations complémentaires à la connaissance terrain et bases de données existantes
- Identifier les zones prioritaires d'intervention : projets de rénovations ou remplacements des sources (LED)

— D'une manière plus spécifique

- Identification et localisation des éclairages dirigés vers le ciel
- Etude et analyse des zones présentant une ambiance lumineuse faible
- Différences d'ambiances le long des axes routiers
- Mise en évidence des variations d'ambiances pouvant impacter la sécurité routière
- Distribution spatiale et spectrale des sources de lumière
- Etude de l'impact sur la biodiversité



— A partir d'acquisitions périodiques

- Etude de l'évolution de l'ambiance lumineuse après des travaux de rénovation

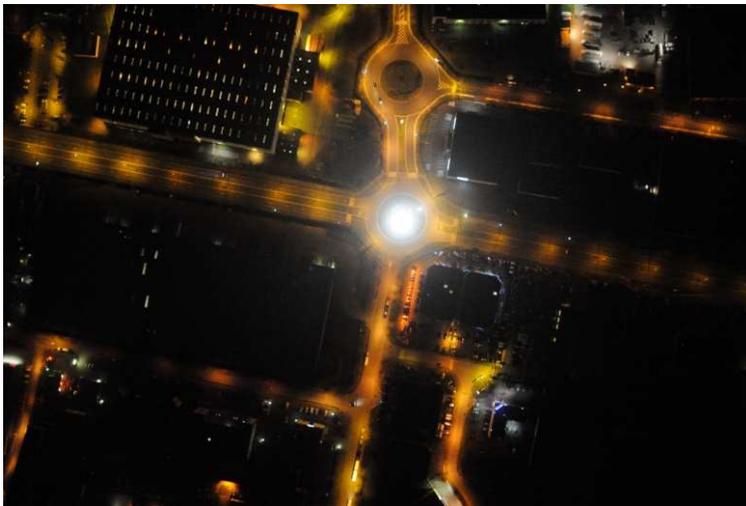
Origine des phénomènes observés depuis le ciel

— Quel phénomène est approché ?

- Luminance: exprimée en candela par mètre carré (cd / m^2), elle correspond à la quantité d'énergie lumineuse perceptible par l'œil humain
- La mesure d'éclairement n'est pas légitime en photographie aérienne à moins de connaître et de prendre en compte tous les facteurs de réflexion des surfaces au sol

— Des « niveaux de luminances » dépendant de trois facteurs

- La lumière directement émise vers le ciel
- La lumière réfléchiée
- Luminosité naturelle du ciel



source : LNE



source : LNE

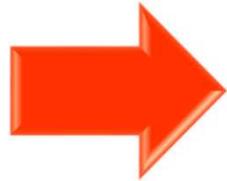
Procédure d'acquisition des données visibles aériennes



Avion Piper PA-31 Navajo
(PixAir Survey)



Capteur visible



Extrait d'une image aérienne nocturne à
haute résolution spatiale (comprise entre
15 et 30 cm)

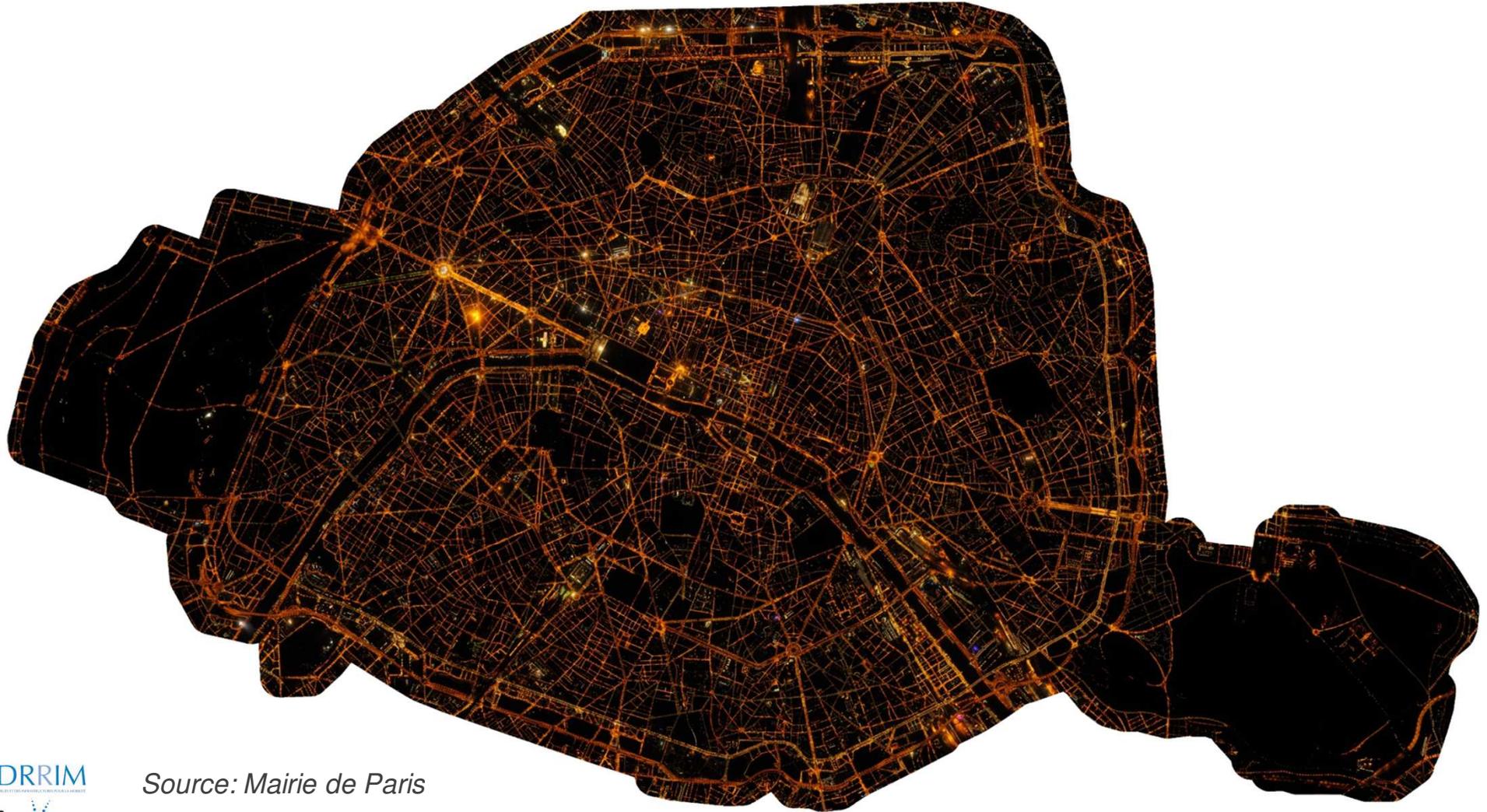
Traitement des données – Orthorectification et mosaïquage

- I. **Traitement des données GPS et inertielles** pour prendre en compte la position temps réel de l'avion ainsi que les paramètres d'attitude (roulis, tangage, lacet) ;
- II. **Etape d'orthorectification** avec des procédures développées spécifiquement pour les images nocturnes ;
- III. **Géoréférencement de chaque ortho-image** (relation avec un système de coordonnées cartographiques) ;
- IV. **Homogénéisation radiométrique** des images ;
- V. **Mosaïquage des images** basé sur des lignes de coupes.



Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (1)

Paris – mosaïque de l'éclairage en couleurs naturelles (taille pixel : 30 cm)



Source: Mairie de Paris



3 décembre 2019

CHASSEIGNE Romain. Etude de la pollution lumineuse à partir d'images visibles aériennes et nocturnes

Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (2)



Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (3)

St-Tropez – mosaïque de l'éclairage en couleurs naturelles (taille pixel : 30 cm)

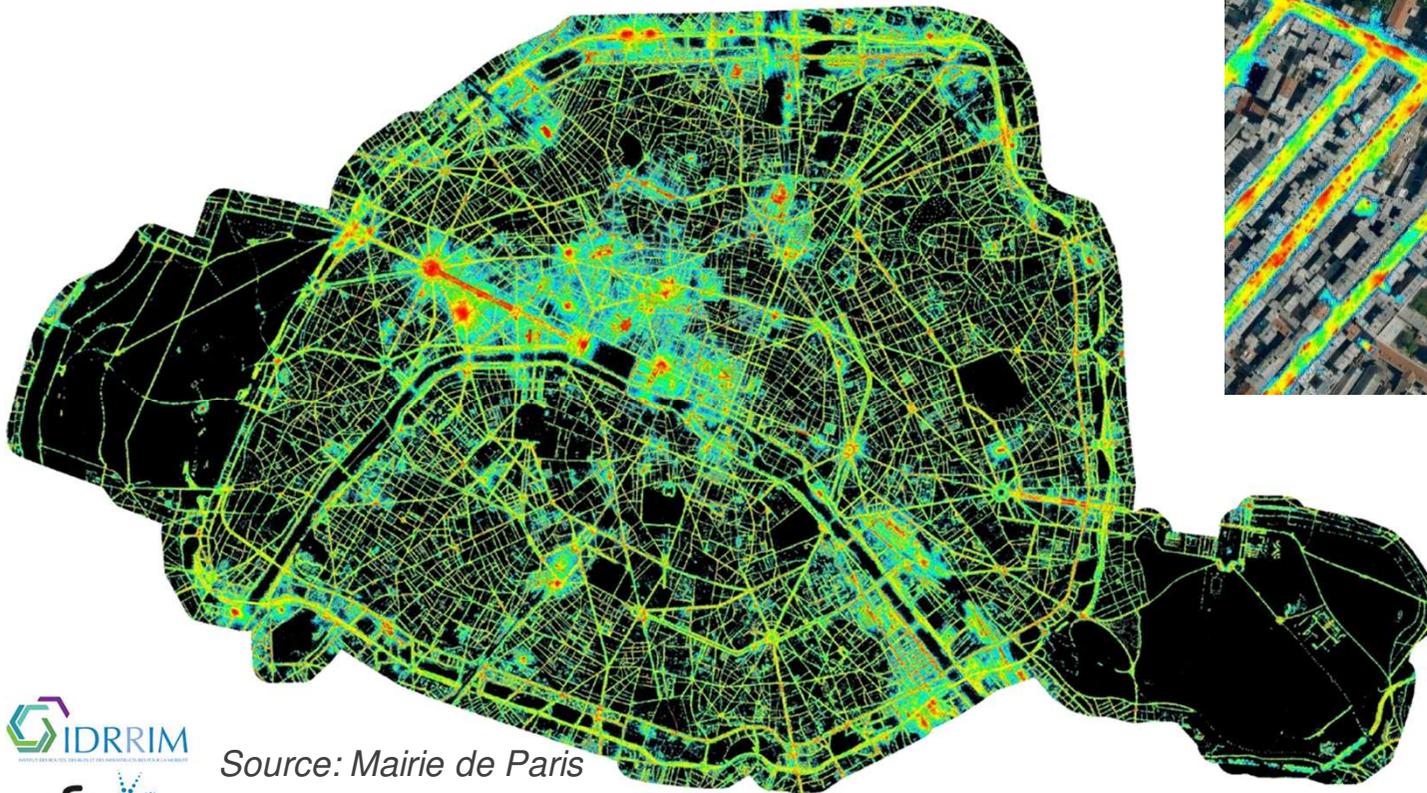


Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (4)



Traitement des données – Cartes thématiques

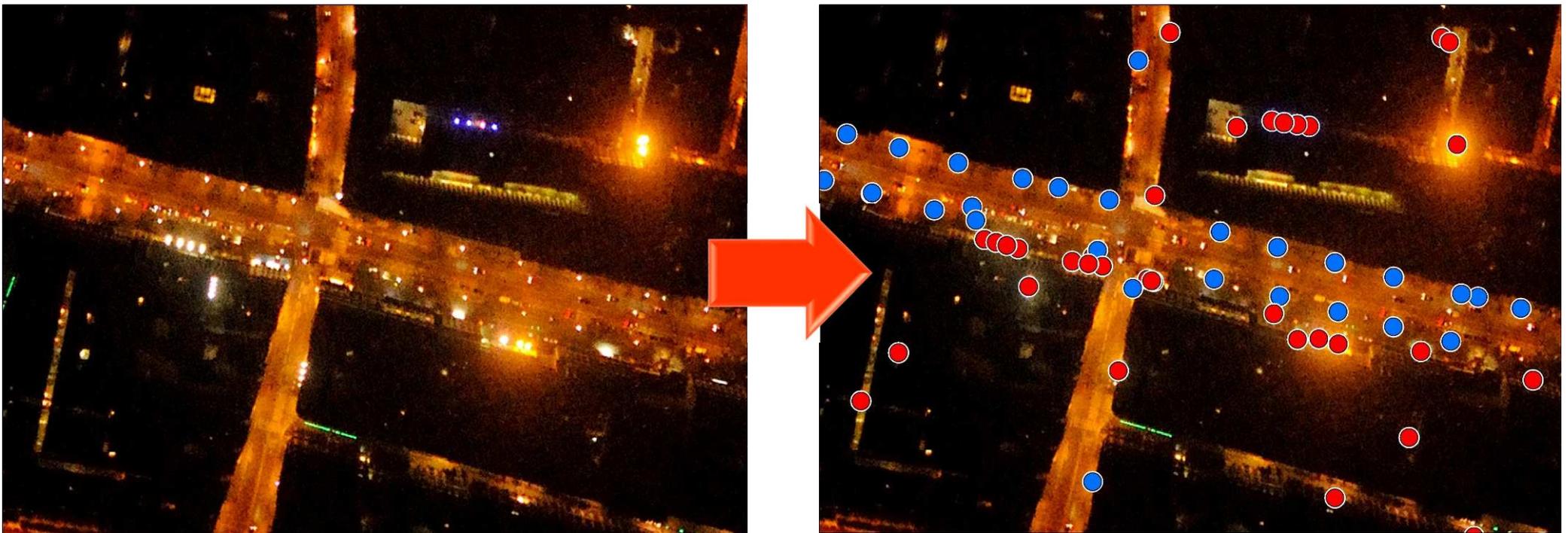
- I. **Génération d'une image 8-bits en fausses couleurs** (256) permettant l'identification aisée et macroscopique des zones de fortes et faibles ambiances lumineuses ;
- II. **Superposition sur photographie aérienne diurne et production cartographique** ;
- III. **Classification et vectorisation en polygones.**



Source: Mairie de Paris

Traitement des données – Détection de « points chauds »

- I. **Extraction automatique des points de hautes intensités lumineuses** basée sur la définition d'un seuil en valeur de pixel ;
- II. **Contrôle opérateur** pour la correction des omissions et aberrations ;
- III. **Génération d'une couche vectorielle type « point »** pour intégration SIG ;
- IV. **Classification des points** selon la source d'émission (publique ou privée).



Résultats et bénéfices de la cartographie aérienne nocturne

- En application pour différents projets sur le territoire français, la cartographie a démontré de fortes capacités pour :
 - **Identifier** et illustrer l'effet des principaux **points de hautes intensités lumineuses** du parc éclairage public
 - **Améliorer et enrichir les bases de données existantes** en révélant de nouveaux points ajoutés au SIG
 - Représenter un **outil de communication et d'analyse puissant** pour les élus et les décideurs → motiver les projets de rénovations
 - Délivrer des **informations techniques** précises et directes concernant les sources émanant du **secteur privé** → réponse aux enjeux de l'arrêté ministériel de décembre 2018
 - **Sensibiliser tous les acteurs d'un territoire, publics et privés**

Conclusions et prochaines étapes

— Une vision complémentaire utile

- Analyser la situation globale d'un territoire, **prioriser et agir**
- **Parfaite intégration dans les SIG** et utilisation en complément des connaissances terrain
- Extension de l'analyse au **secteur privé** → permettant **d'impliquer et de sensibiliser tous les acteurs d'un territoire**

— Prochaines étapes

- **Caractérisation des sources lumineuses** à partir d'un traitement des images aériennes et approche des températures de couleurs
- Impact sur la **biodiversité** en étudiant la répartition des zones lumineuses et sombres des cartographies aériennes par rapport aux corridors écologiques

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Romain CHASSEIGNE

romain.chasseigne@lne.fr



Journée technique du Pôle Eclairage du Cerema :
Lumière sur l'éclairage urbain de demain

