

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 ( $\text{cd} / \text{m}^2$ ), 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 réfléchi
- Luminosité naturelle du ciel



source : LNE



source : LNE

# Procédure d'acquisition des données visibles aériennes



Avion Piper PA-31 Navajo  
(PixAir Survey)



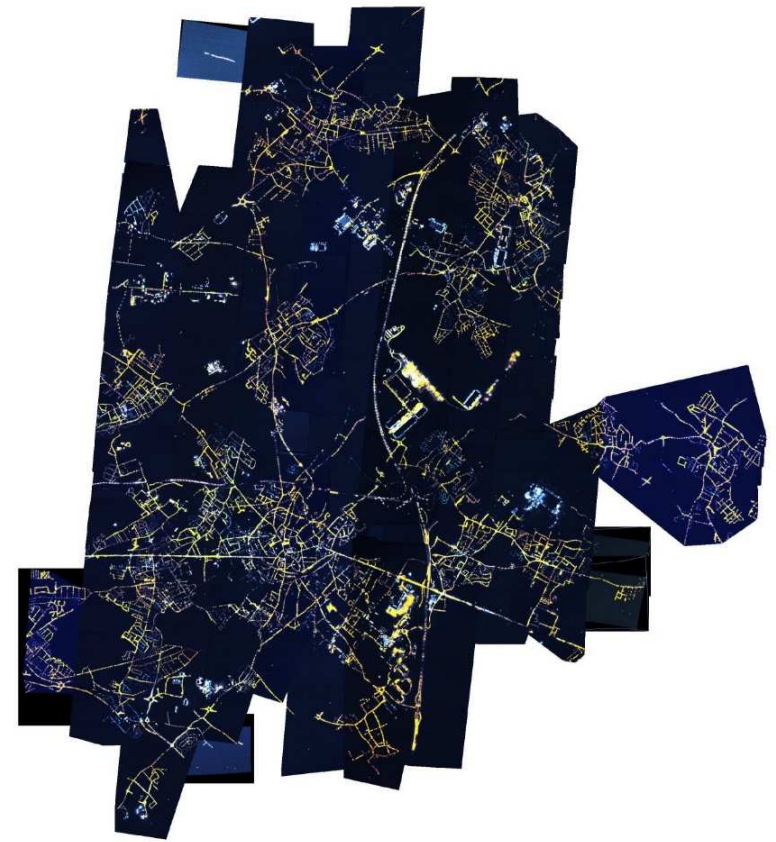
Capteur visible



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

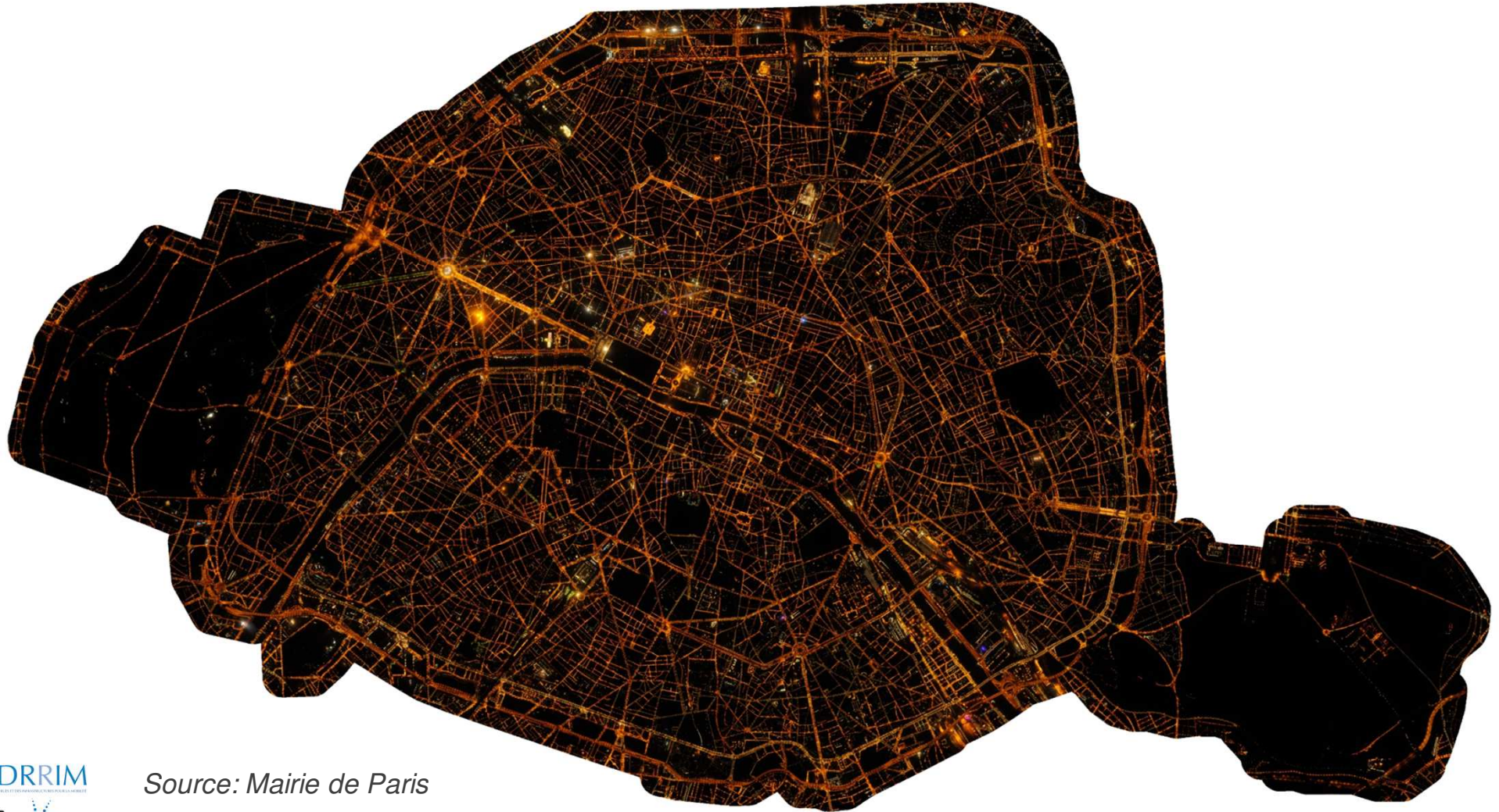
# Traitement des données – Orthorectification et mosaïquage

- 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)*





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

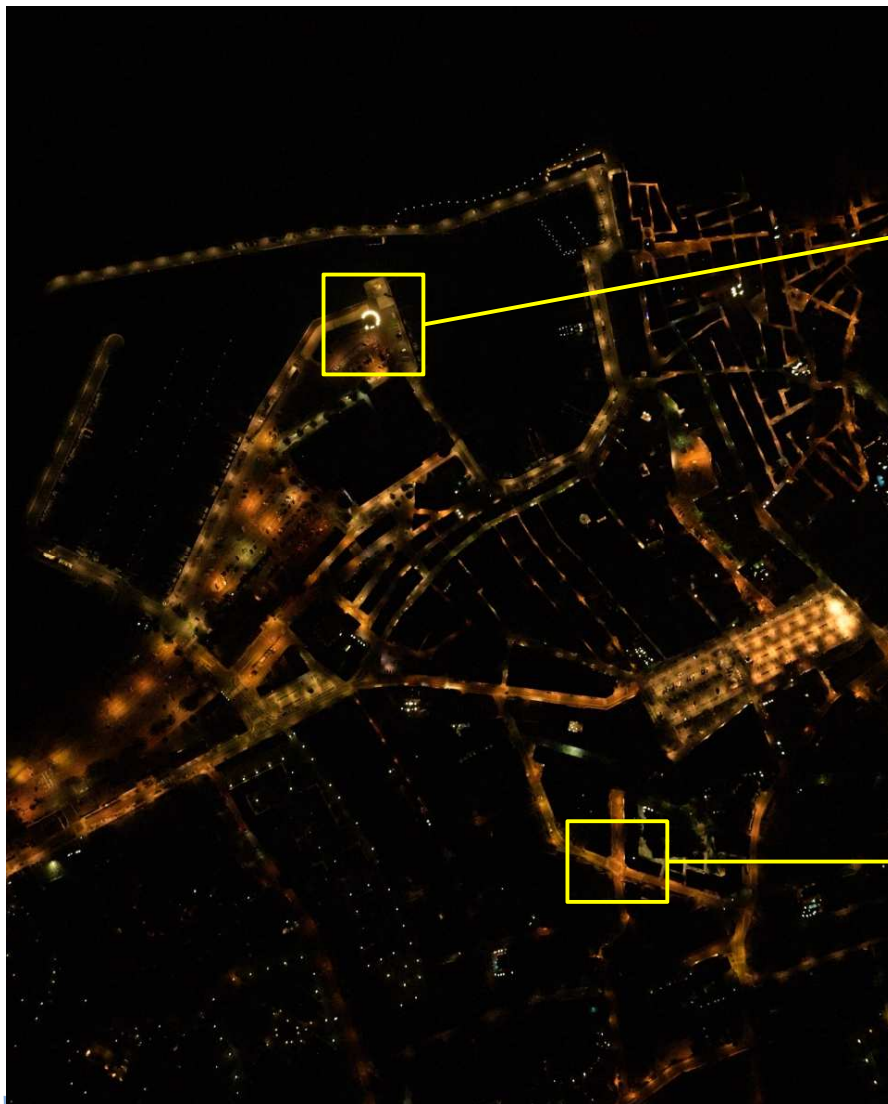


# Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (3)

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

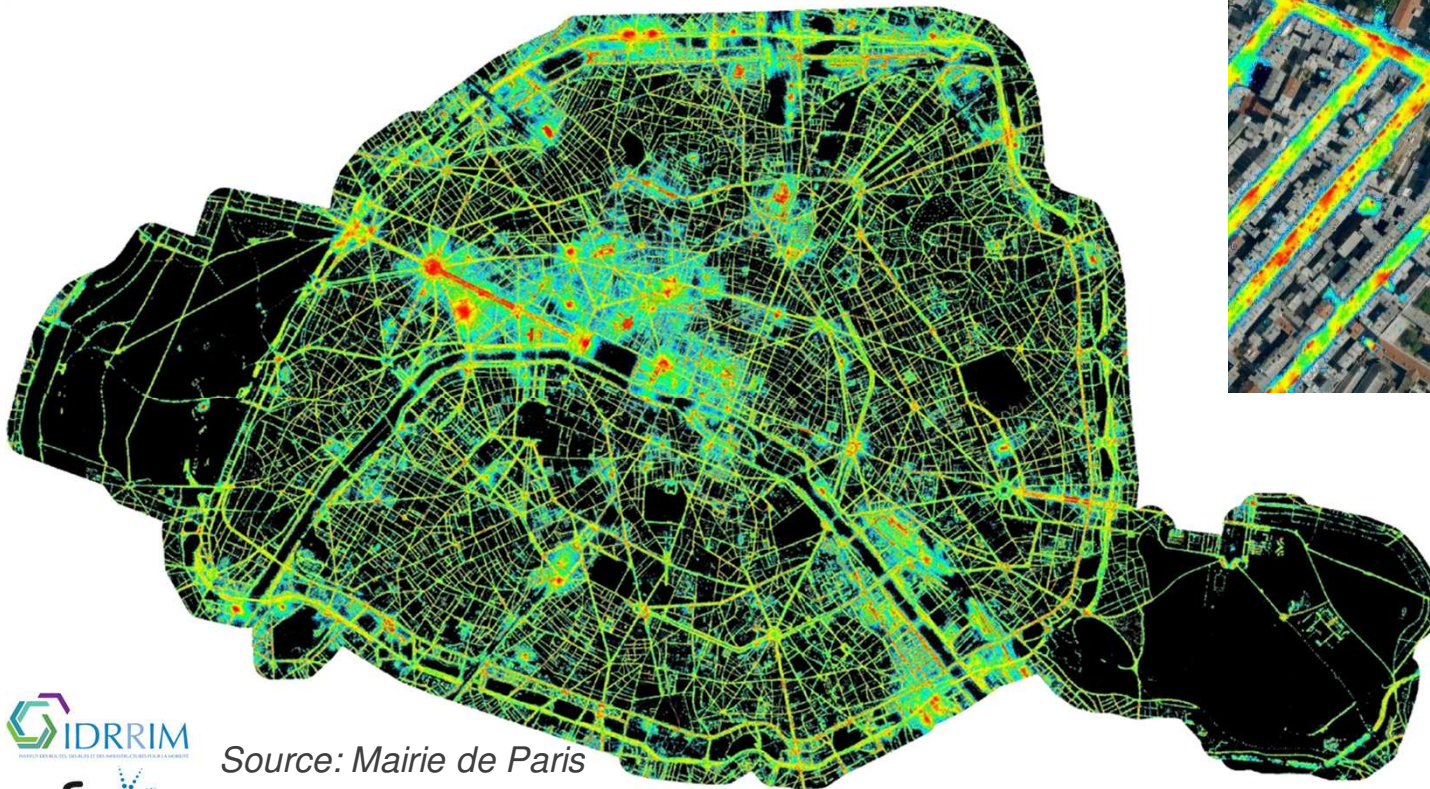


# Traitement des données – Mosaïque complète de l'éclairage (4)



# Traitement des données – Cartes thématiques

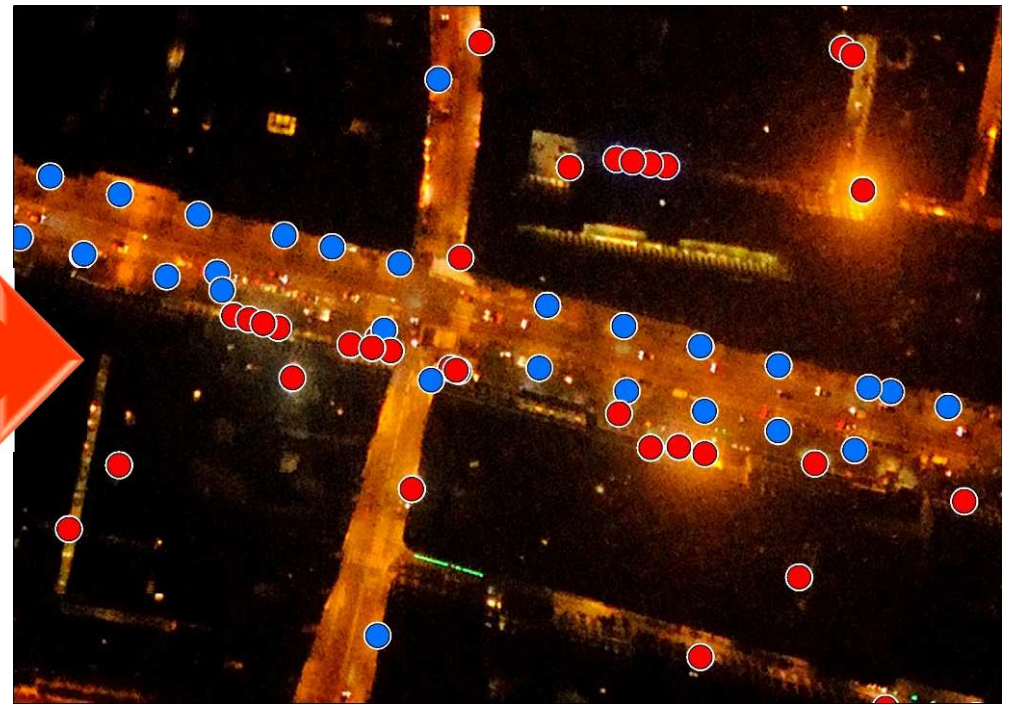
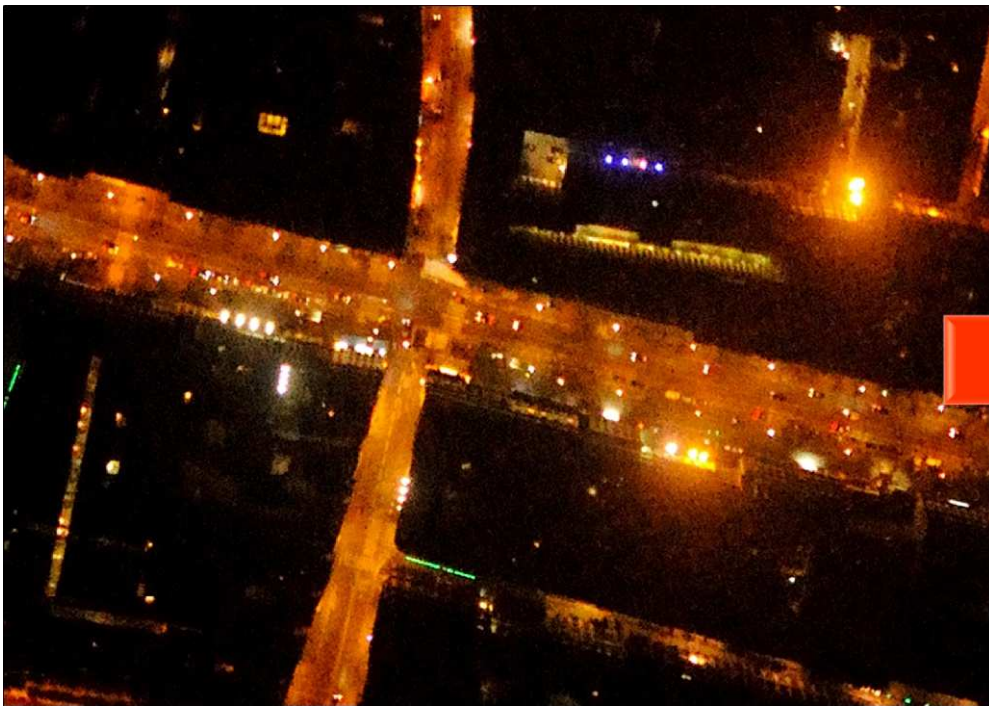
- I. **Génération d'une image 8-bits en fausses couleurs** (256) permettant l'identification aisée et macroscopique des zones de fortes et faibles ambiances lumineuses ;
- II. **Superposition sur photographie aérienne diurne** et production cartographique ;
- III. **Classification** et vectorisation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



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

