

Apport des données hyperspectrales pour la cartographie et la caractérisation des sources lumineuses artificielles nocturnes en milieu urbain

*J. Nabucet, T. Houet, L. Hubert-Moy, M. Lennon
D. Moizan, C. Vincent*

La gestion des « flux lumineux de nuit » un enjeu de société

Enjeux de société fort en lien avec la transition écologique et énergétique de nos territoires

- Multiples effets sur la biodiversité (rythmes biologiques, comportements, migration,...)
- Effets sur la santé humaine (sommeil, ...)
- Déficit énergétique



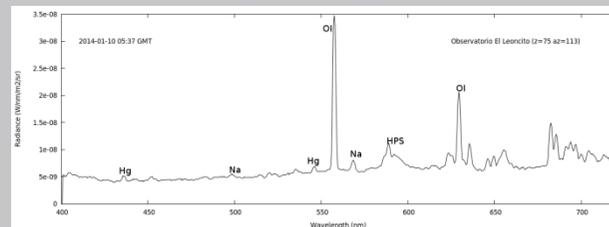
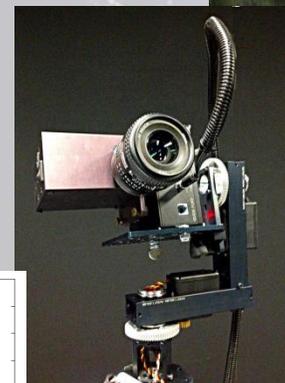
→ Intégration dans les documents d'urbanisme (Loi Grenelle II, SRADDET,...)

Les flux lumineux nocturnes : Quelles mesures?

- Outils ponctuels
 - Sky Quality Meter
 - Dark Sky Meter (App Iphone)
 - Lightmeter
 - Luxmeters
 - ...

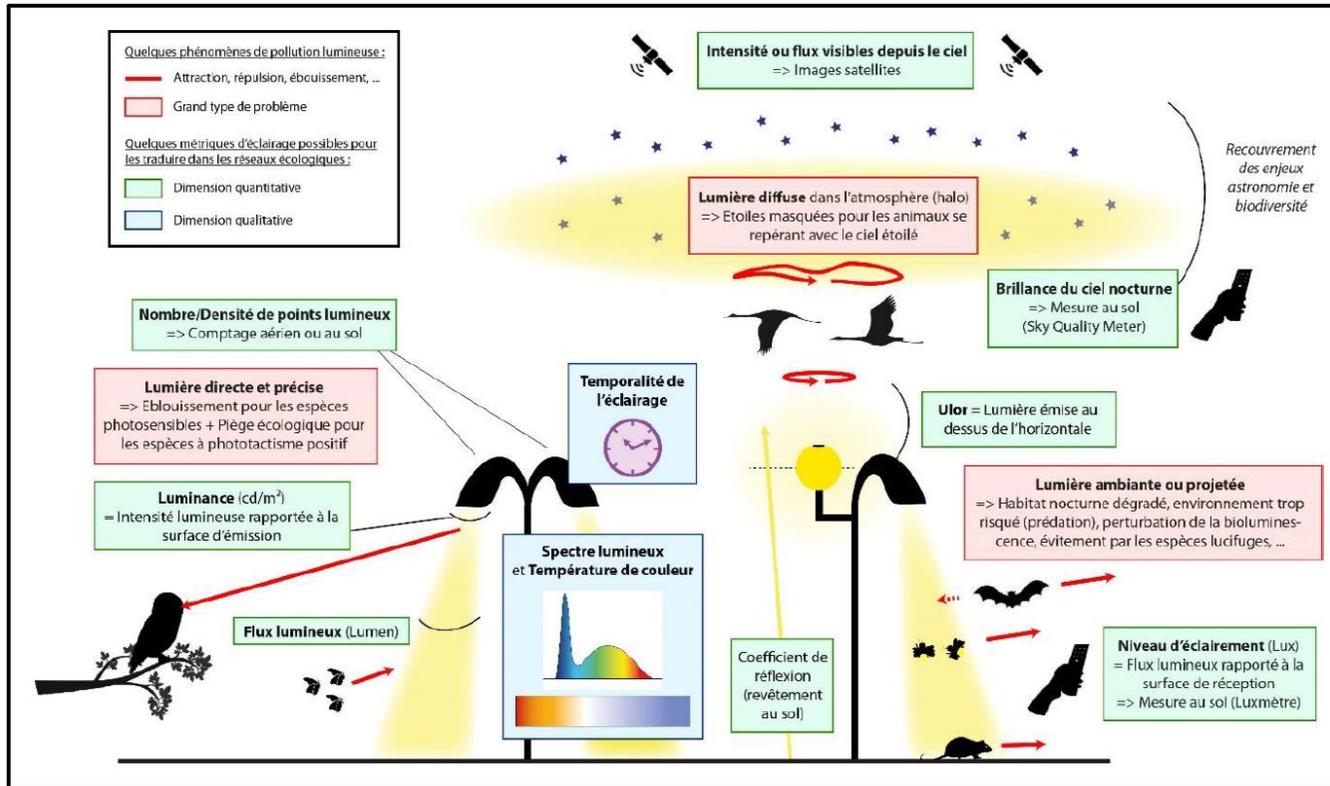
- Mesure par imagerie
 - All Sky transmission Monitor (ASTMON)
 - Camera Fish eye
 - All sky mosaics

- Mesure Spectrale



→ Pas ou peu de mesure spatialement explicite

Les flux lumineux nocturnes : Une question complexe



→ Prise de conscience des territoires

→ Prise de conscience citoyenne

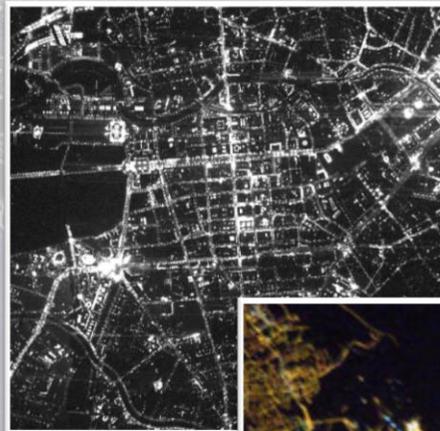
Figure 10 : Traduction des principaux aspects du phénomène de pollution lumineuse pour la biodiversité.

Source : Sordello, 2017b

Les outils de télédétection nocturnes (Kalidéos-Bretagne)

→ Très grande faiblesse des moyens d'observation

- VIIRS (750 m)
- DSMP-OBS (1km)
- Station Spatiale Internationale
- Vol IGN de nuit (1m)



Berlin 2012



*Nantes
2017*

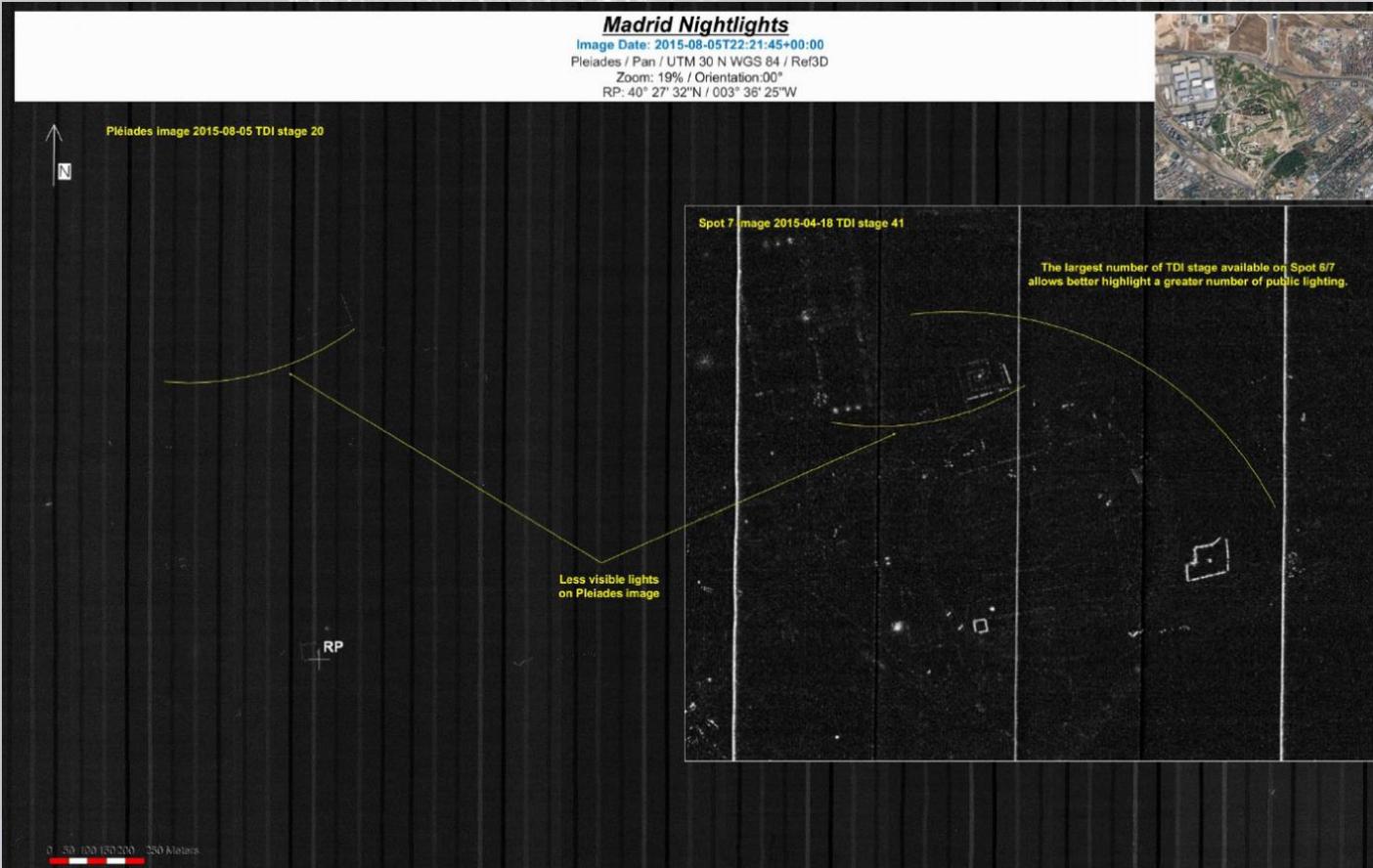


Bretagne 2015

→ Peu ou pas d'approche spatialement explicite à échelle fine

Les outils de télédétection nocturnes : Kalidéos-Bretagne

Programmation de satellite Optique pour des acquisitions nocturnes



→ Essai avec PLEIADES
 (RS : 0.7m, fauché : 20km)

→ Essai avec SPOT
 (RS : 2,2m, fauché : 60km)

→ Essai avec Landsat
 (RS : 30m, fauché : 180km)

Extrait pour Pleiades et SPOT 6

Les outils de télédétection nocturnes : Kalidéos-Bretagne

Programmation de satellite Optique pour des acquisitions nocturnes

→ Essai avec PLEIADES (RS : 0.7m, fauché : 20km)

- Retour uniquement pour les candélabres de types boules à forte intensité

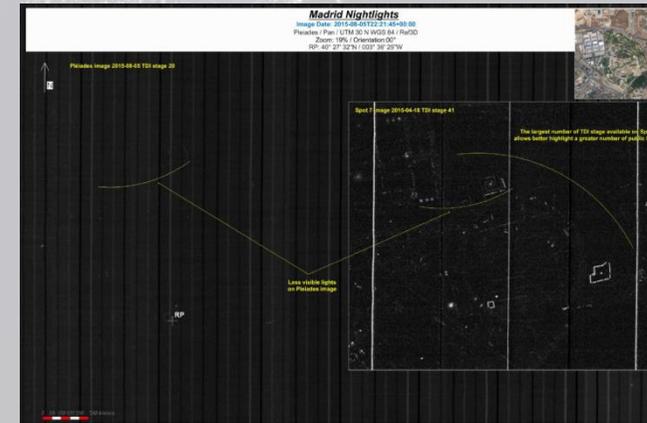
→ Essai avec SPOT (RS : 2,2m, fauché : 60km)

- Retour plus significatif mais reste très faible

→ Essai avec Landsat (RS : 30m, fauché : 180km)

- Aucun retour

→ Etude PASO du CNES

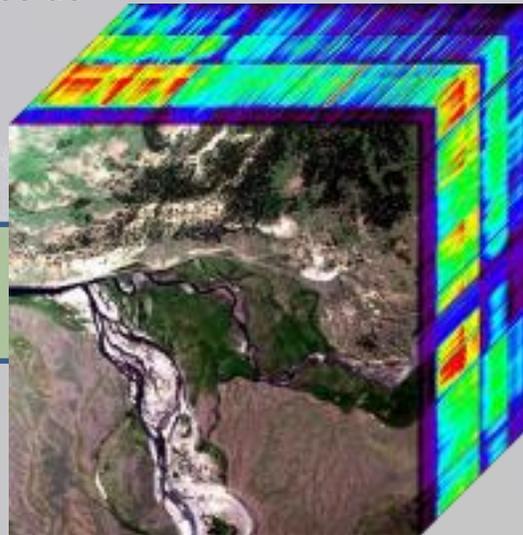


Les flux lumineux nocturnes : test d'imagerie nocturne

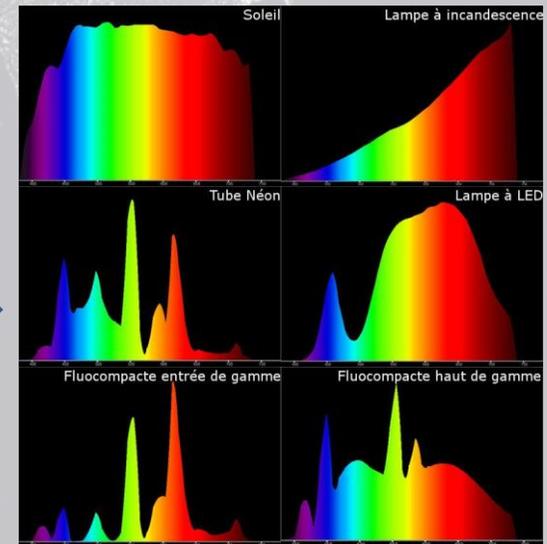
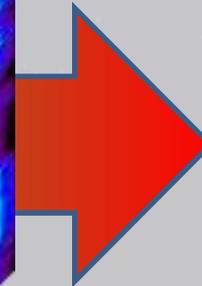
→ Evaluer les données hyperspectrale dans le domaine $[0,4 - 1,0\mu\text{m}]$ pour la cartographie des flux, intensités lumineuses nocturnes.

VNIR-1800	
Spectral Range	0.4–1.0 μm
Spatial Pixels	1800
F-number	F2.5
FOV across track*	17°
Pixel FOV across/- along track*	0.16 mrad/ 0.32 mrad
Spectral sampl.	3.26 nm
# of bands	182
Binning modes	-
Noise floor	2.4e
Peak SNR	> 255
Dynamic range	20 000
Digitization	16 bit
Max frame rate**	260 fps
Sensor head wgt.	5.0 kg
Sensor head dim. (lwh in cm)	39x9.9x15
Sensor head pwr. cons.	~30 W
FPA cooling T	-

Caractéristiques de la caméra



Imagerie aéroportée hyperspectrale



Spectre lumineux

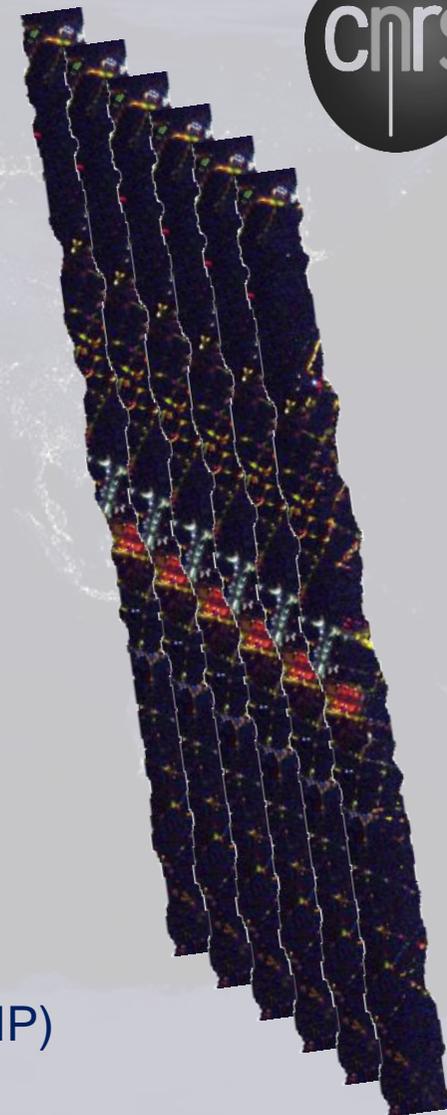
→ Préconisation capteur pour la mesure nocturne

Test préalable à la mission de nuit

→ Images d'Angers du 20 Juin 2018 (HYSPEX VNIR-1600-SN0014)

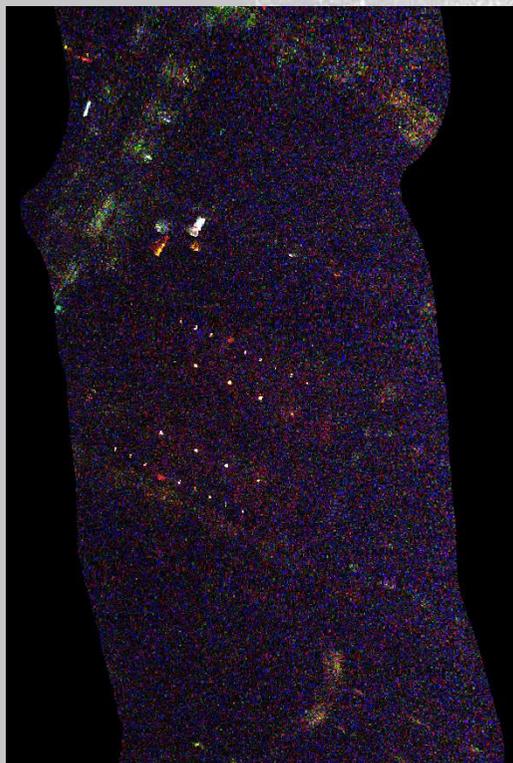
Nb de canaux	Altitude de vol (m)	Résolution sol (m)
160	840	0,7
80	840	0,7
80	840	1,4
80	840	2,90
80	840	3,50
160	1650	0,7
80	1650	0,7
80	1650	1,3

→ Prétraitements des données en Luminance orthorectifiées (L1b – HYPIP)

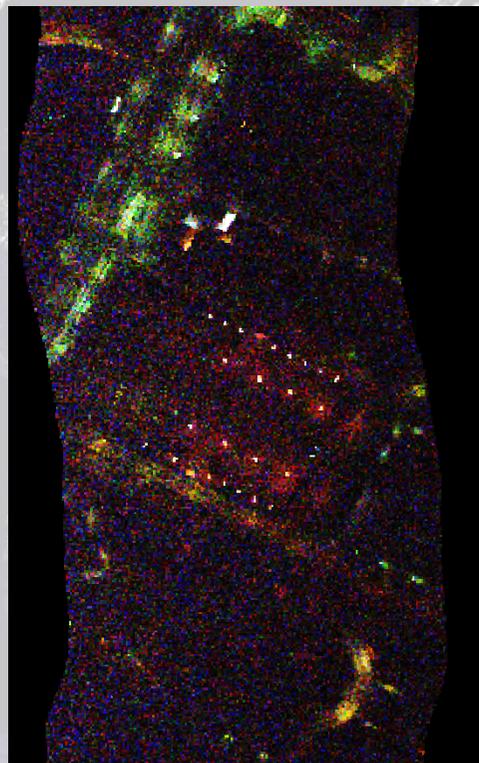


Test préalable à la mission de nuit

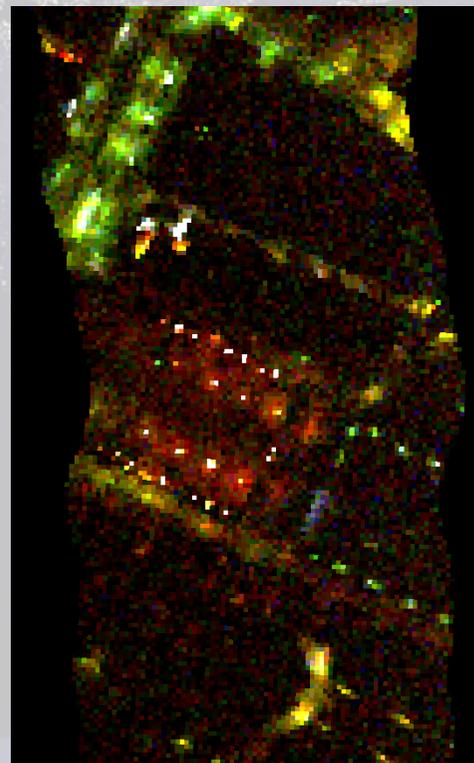
→ Images d'Angers du 20 Juin 2018 (HYSPEX VNIR-1600-SN0014)



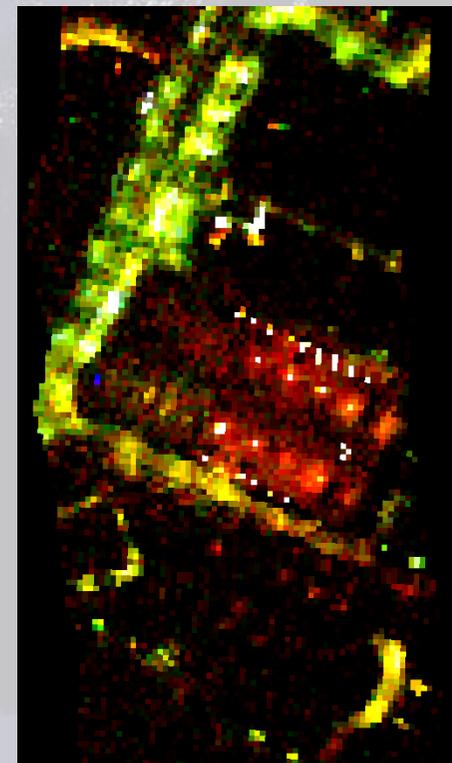
80 Bandes / 0,7m



80 Bandes / 1,4m



80 Bandes / 2,9m



80 Bandes / 3,5m

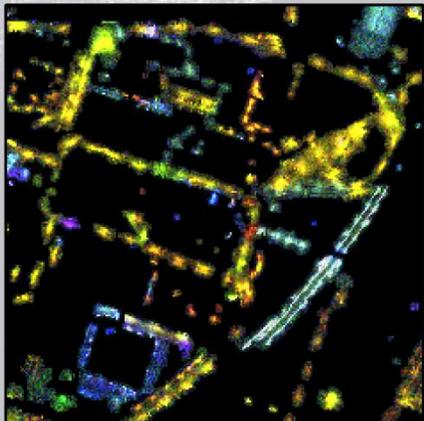
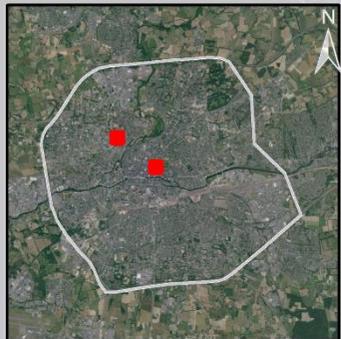
La campagne de Rennes

→ Images HYSPEX de Rennes dans la nuit du 3 au 4 Septembre 2018 (entre 2h et 5h)

Résolution Spatiale	2m
Hauteur de vol	1350m
Angle de visée	16.75°
Recouvrement latéral	35 %
Fauchée	197m
Surface acquise	69 km ²
Surface cartographiée	43km ²
Nombre de lignes de vol	29
Orientation des lignes	Est-Ouest
Gamme spectrale	400-1000nm
Nombre de bandes spectrales	80
Résolution spectrale	9nm
Temps par frame/Temps d'intégration	40.0ms/39.9ms

La campagne de Rennes

→ Images HYSPEX de Rennes dans la nuit du 3 au 4 Septembre 2018 (entre 2h et 5h)



Limite de la zone d'étude

ECLAIRAGE

- DIODE ELECTROLUMINES (LED)
- BALLON FLUORESCENT
- FLUORESCENT COMPACTE
- TUBE FLUORESCENT
- IODURE METALLIQUE
- SODIUM HAUTE PRESSIO

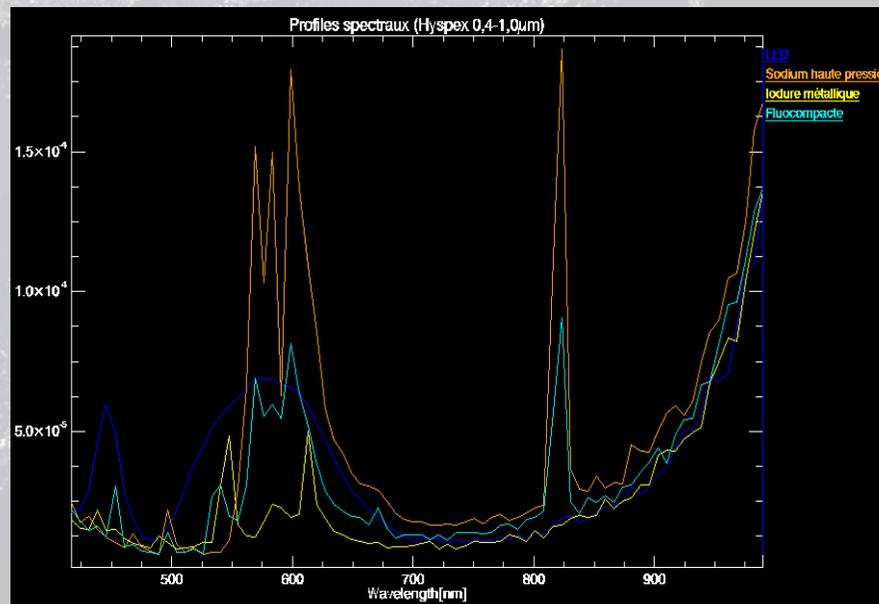
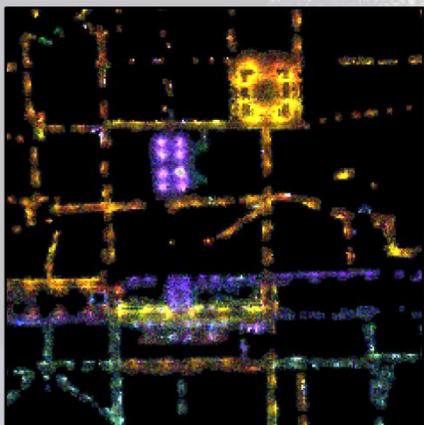
HYSPEX

Composition colorée

- 598 μm
- 576 μm
- 540 μm

150

Ms



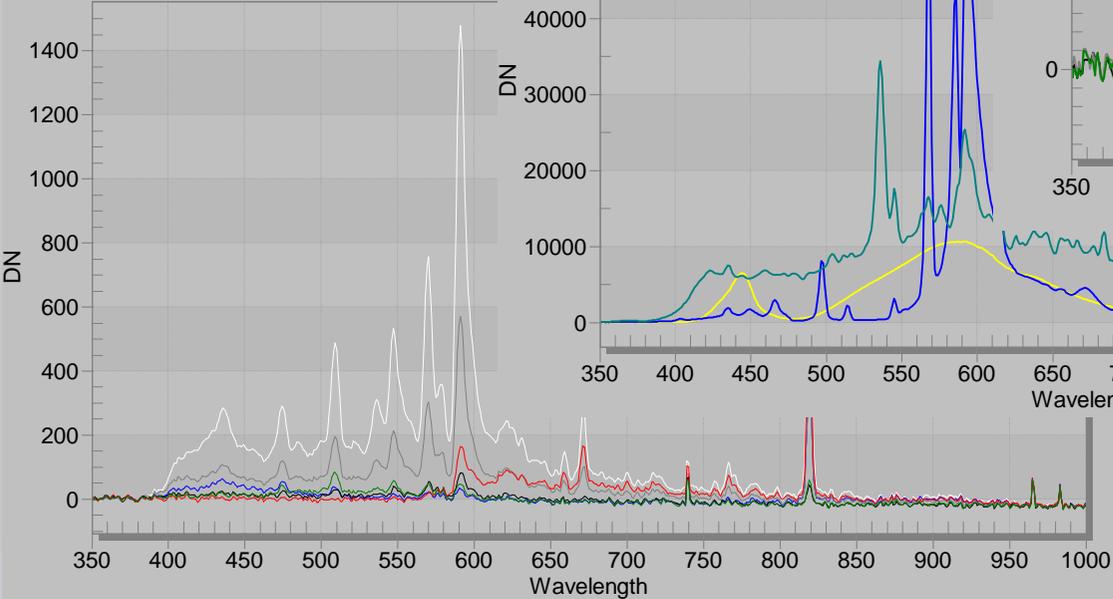
→ Mise a disposition de la base de données SIG / Lampadaire par la ville de Rennes (Type d'ampoule, candélabre, optique, intensité,...)

La campagne de Rennes

→ La campagne de terrain

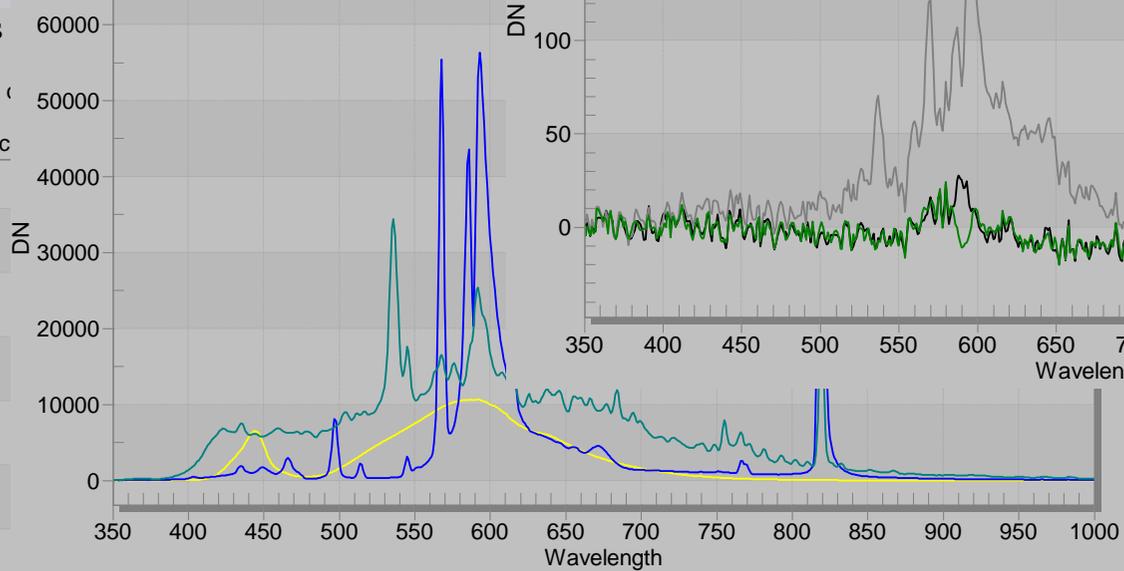
Spectre des

cdg_blach_cible.asd
cdg_noir_cible.asd



Spe

Type_Ampoule_Clemenceau.asd
Type_Ampoule_République.asd

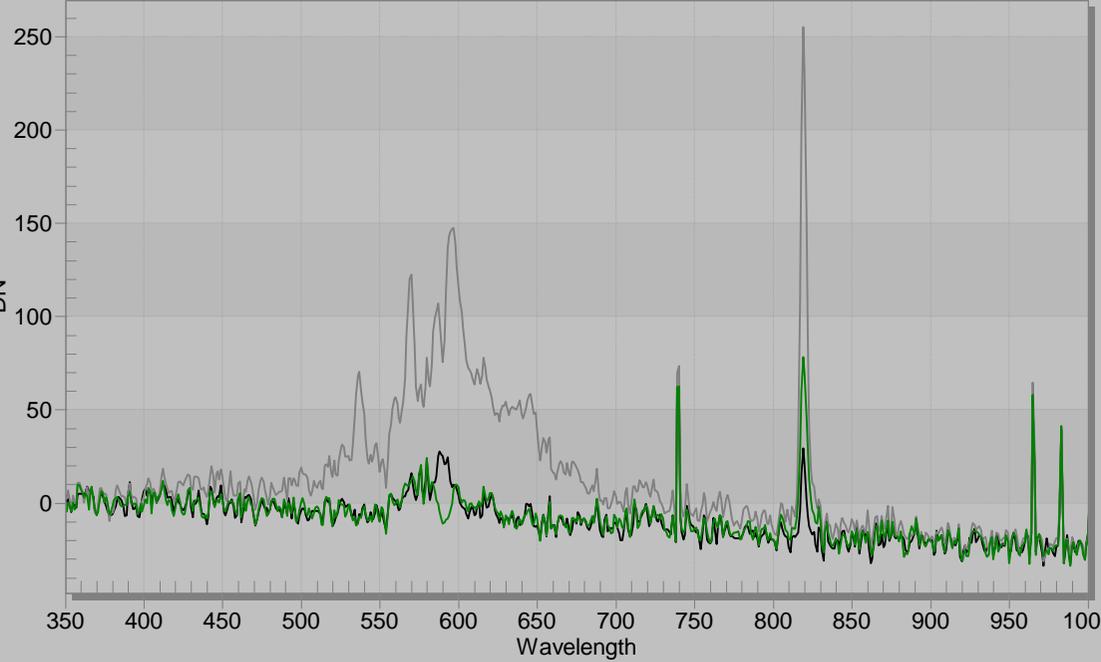


Spectre de matériaux

freville_bitume.asd

freville_granite.asd

freville_herbe.asd

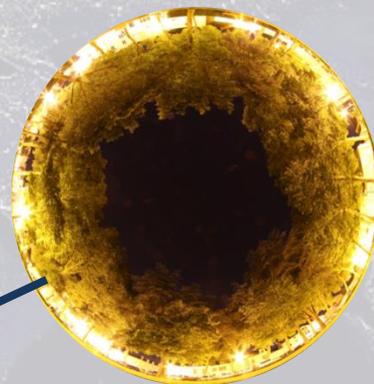


La campagne de Rennes

→ La campagne de terrain (Canon 7D Mark II)



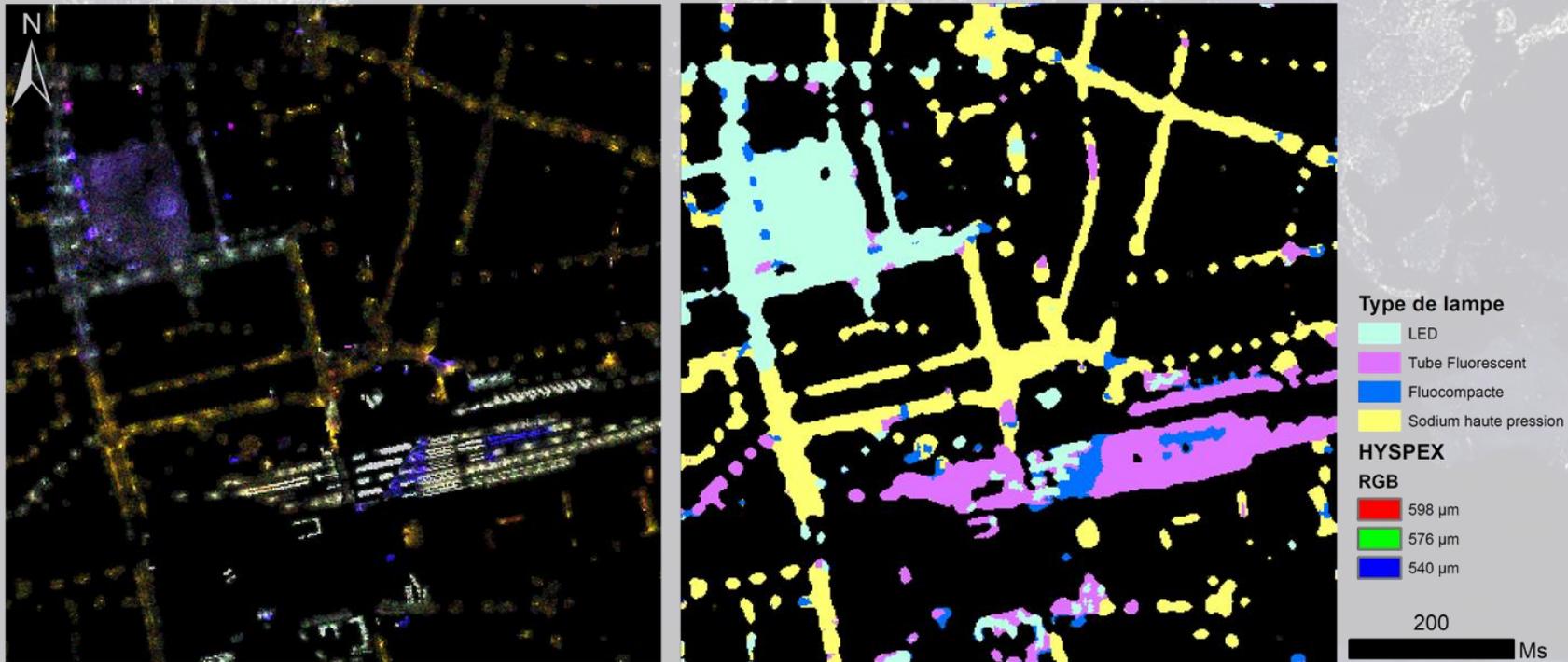
Tests
méthodologiques



Analyse des images
hémisphériques pour
l'analyse des flux
lumineux

Premiers travaux

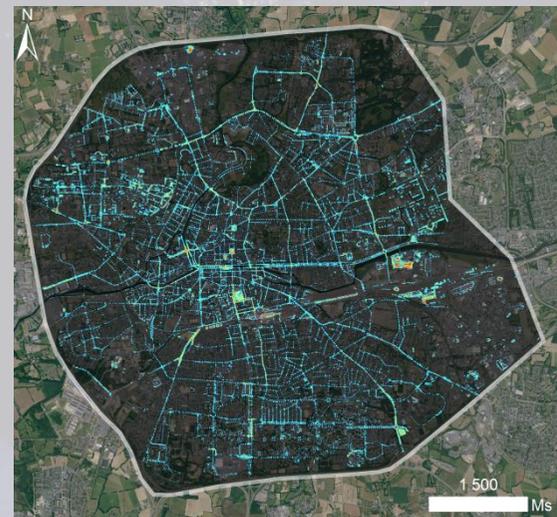
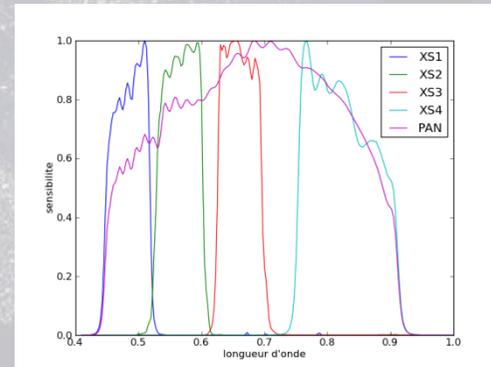
→ Premiers test de classification des types de lampes en cours



Classification RF – KAPPA: 0,92 – OA: 0,93

Perspectives

- Classification des types de lampes
- Préconisation sur les bandes spectrales pertinentes pour la caractérisation des lampes
- Passage de la luminance à l'éclairage (traitement des images de jours)
- Cartographie de la trame noire



Merci de votre attention

*J. Nabucet, T. Houet, L. Hubert-Moy, M. Lennon
D. Moizan, C. Vincent*