

LES TRAQUEURS DE LUMIÈRE

Avril 2013: un avion de l'IGN survole Genève et effectue les premières photographies aériennes nocturnes de la ville et de ses alentours. Objectif : évaluer la pollution lumineuse du canton et le gaspillage qu'elle engendre.

En cette belle soirée du mois d'avril, le Beechcraft 200 King Air de l'IGN se prépare sur l'aéroport de Lyon. Il est 22 heures, et l'équipage a sagement attendu la tombée de la nuit pour s'envoler. Les demandes d'autorisation ont été déposées, l'espace aérien genevois est réservé pour quelques heures. L'avion de l'IGN va pouvoir mener sa mission à bien. À bord, deux commandants, un photographe navigant et un journaliste de la radio télévision suisse.

23 heures: l'avion est sur zone, à 4200 mètres d'altitude, paré à photographier la ville et ses lumières artificielles. Il va lui falloir 3h45 pour remplir sa mission et couvrir la totalité du territoire genevois. Les 979 clichés capturés par la caméra mise spécialement au point par le laboratoire d'optoélectronique, métrologie et instrumentation (Loemi) de l'IGN permettront d'expérimenter une nouvelle technique de lutte contre la pollution lumineuse.

CONDITIONS ANTICYCLONIQUES OBLIGATOIRES

Mais d'abord, il a fallu réaliser une prouesse technique. Plus la lumière au sol est faible, et plus le temps de pose est long. Pour cette



En vol
Le Beechcraft 200 King Air de l'IGN dans les turbulences. Flashcode: reportage télévisé sur le vol de nuit.

campagne, il atteint la demi-seconde; une durée durant laquelle la caméra doit nécessairement rester stable. Un défi dans un avion qui vole à 80 mètres par seconde... Des conditions anticycloniques et une absence totale de vent sont requises. L'allure

ne doit être ni trop rapide, ni trop lente. « Si la vitesse est trop lente, le Beechcraft commence à vibrer, ce qui nuit à la prise de vues », explique Sylvain Airault, chef du service des activités aériennes de l'IGN et coordinateur de la campagne. « La nuit, on fait la chasse aux vibrations. » La caméra mise au point par le Loemi de l'IGN possède un dispositif de compensation électronique. Elle peut intégrer la vitesse de

Une convention de partenariat scientifique

► Une convention de partenariat scientifique a été signée par l'IGN et la direction de la mensuration officielle du Canton de Genève, qui appartient au département de l'aménagement, du logement et de l'environnement (DALE). Le programme d'expérimentation propose de diagnostiquer l'éclairage public, d'évaluer la pollution lumineuse et les économies possibles, et de prendre en compte l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Le coût de la campagne de photographies aériennes est endossé par le canton de Genève, tandis que le calibrage de l'instrument et le traitement des images sont pris en charge par l'IGN.

IGN / DMO

Espion

Les avions stationnés sur l'aéroport de Genève, et largement éclairés.



IGN / DMO

Décollage

Le Beechcraft 200 King Air de l'IGN sur l'aérodrome d'Annemasse.



ZOOM



Avec cette campagne, nous avons appris beaucoup de choses très intéressantes sur la manière de paramétrer les prises de vues. Ce partenariat a été très fructueux.»

l'avion et compenser ses potentielles vibrations pour enregistrer une image nette.

UN PARAMÉTRAGE DÉLICAT

«*Pour la nuit, le paramétrage de la caméra est particulier. On est obligé d'ouvrir le diaphragme au maximum*», complète Sylvain Airault. Le déclenchement de la caméra est programmé à l'avance et calé sur les axes du plan de vol. Au retour, il faut passer au traitement des images. Chaque cliché est l'assemblage de huit petites images, quatre en noir et blanc et quatre en couleurs (une rouge, une verte, une bleue et une infrarouge). «*L'image d'une ville la nuit, c'est 99% de noir. Les parties non éclairées sont donc ultra-majoritaires. Ce qui fait qu'il est*

plus difficile de détecter les dysfonctionnements. Alors que sur les images de jour toute erreur saute aux yeux, sur les photos de nuit, les détecter est un véritable défi», précise le responsable des activités aériennes de l'IGN.

Puis vient le travail d'orthorectification. Les clichés sont assemblés pour former une grande image continue, qui peut être superposée à une carte. «*Avec cette campagne, nous avons appris beaucoup de choses très intéressantes sur la manière de paramétrer les prises de vues*», explique François Perrussel-Morin, directeur inter-régional Centre-Est de l'IGN et coordinateur du partenariat scientifique. «*Ce partenariat a été très fructueux. Nous n'avions jamais eu un retour aussi rapide sur des*

prises de vues aériennes.»

L'IGN a mené de premiers tests de photographies aériennes nocturnes en 2007, sur des zones restreintes. Ils ont été complétés en 2010 et 2012 sur des villes entières. «*Avec le Canton de Genève, nous avons changé d'échelle en passant d'une étape artisanale à une production industrielle*», précise François Perrussel-Morin. Différents traitements d'images ont été testés et validés par la direction de la mensuration officielle genevoise (DMO). «*Le but était de voir si nos chaînes de traitement très automatisées résistent aux images de nuit. Or, aucune reprise manuelle n'a été nécessaire. Du coup le traitement des images de nuit fut également très automatique*», complète Sylvain Airault.

ÉCONOMIE, ÉCOLOGIE, SÉCURITÉ

Les photographies aériennes nocturnes ont des applications variées. Elles vont permettre de définir les zones où l'efficacité énergétique peut être améliorée, l'éclairage public optimisé. «*À quoi bon éclairer une station d'épuration toute la nuit?*», s'interroge Laurent Niggeler, directeur de la DMO.

De plus, le Canton de Genève astreint ses communes à réaliser tous les quatre ans un diagnostic du gaspillage d'éclairage, pour que les gestionnaires de réseaux puissent le réduire. Le canton est également sensible aux questions de pollution lumineuse. En France, on connaît les trames verte et bleue, cet outil d'aménagement qui permet de créer des corridors écologiques et de limiter la fragmentation des écosystèmes. La Suisse a développé le concept de trame noire: des couloirs sans lumière où les animaux qui y sont sensibles (comme les chauves-souris, la grande faune par exemple) peuvent circuler en toute discrétion.

ANALYSE SPECTRALE ET FUTURES APPLICATIONS

Pour économiser l'énergie, il faut avoir une très bonne connaissance des éclairages urbains. Floriane Flis, étudiante à l'ENSG, a pendant trois mois réalisé une analyse spectrale des images qui a permis de déterminer des catégories d'intensité lumineuse de l'éclairage et d'identifier trois types de source lumineuse utilisés dans le canton. «*On peut très bien éclairer en faisant des économies d'énergie. Mais améliorer l'efficacité des éclairages oblige à s'interroger sur leur pertinence*», explique Laurent Niggeler, qui a dirigé l'étudiante pendant son stage.

IGN / DMO



IGN



IGN

Compensation

La caméra élaborée pour la mission comporte un dispositif de compensation électronique de la vitesse de l'avion, et des vibrations.

Comment faire des images recueillies un outil d'aide à la décision au service des gestionnaires de l'éclairage public? Le premier traitement a consisté à étaler leur histogramme pour en faire ressortir les détails de l'image. Puis les orthophotos ont été classifiées en fonction des différentes luminosités. Un troisième traitement a permis de détecter les sources lumineuses à partir de la classification par intensité. Enfin, un quatrième les a classifiées par types de lampes, distinguant l'éclairage au sodium de celui au mercure ou à l'halogénure métallique.

La campagne aérienne a été financée par Genève. Le traitement des images, le calibrage des caméras, le support technique ont été pris en charge par l'IGN.

« La République et Canton de Genève ne possède pas d'avions pour faire des photos aériennes », explique Laurent Niggeler. « Les travaux de cartographie sont souvent mandatés à des entreprises spécialisées. Bien sûr, Swisstopo – l'IGN suisse – possède des avions, mais ne les emploie que pour sa mission de service public. » Et « pour ce genre de prises de vues nocturnes, il faut une caméra spécifique et de l'expérience, que seul l'IGN possède. » ■

« NOUS RÉALISONS UNE CARTE DES SOURCES LUMINEUSES »

Comment le projet de photographies aériennes nocturne est-il né ?

Tout a commencé en 2009 quand l'IGN est venu présenter à Genève ses premières expérimentations de photographies aériennes nocturnes. Le Canton de Genève a l'habitude de travailler à partir de photographies aériennes pour étudier, projeter et communiquer sur les aménagements futurs de l'espace urbain. Et comme l'IGN est un partenaire du Système d'information du territoire genevois (SITG), il était donc naturel qu'il le soit également dans ce genre d'opération très spécifique. Mes collègues ont tout de suite été intéressés par cette expérience. C'est à ce moment que l'idée de monter un partenariat scientifique a germé.

LAURENT NIGGELER



3 questions à...

Laurent Niggeler

Directeur de la mensuration officielle du canton de Genève et géomètre cantonal.

rages et illuminations publics soient conçus, réalisés et exploités de manière à garantir une utilisation économe et rationnelle de l'énergie. Genève envisage également de modifier sa réglementation en matière d'utilisation des enseignes lumineuses. Elle prévoit d'éteindre ces enseignes entre une heure et six heures si l'activité a cessé dans le bâtiment.

En quoi la pollution lumineuse fait-elle du tort aux animaux ?

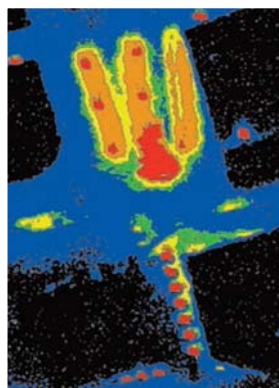
C'est une autre application intéressante: il s'agit, avec ces clichés nocturnes, de connaître l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. De nombreuses espèces animales nocturnes, ou migrant sur le territoire, peuvent être dérangées par des sources lumineuses intempestives, mal situées, mal orientées, ou trop fortes. Nous souhaitons réaliser une carte des sources lumineuses précisant les sites restant dans l'obscurité toute la nuit et recouper ces informations géoréférencées avec celles sur la faune, comme les insectes, les chauves-souris. Ces données permettront d'améliorer les connaissances sur les habitats et les voies de migration à préserver ou à reconstituer, donc nécessaires à la conservation de la biodiversité. Les autorités du canton souhaitent exploiter ces informations pour établir des trames noires, des couloirs sans lumière limitant l'impact de la pollution sur la faune.

Pourquoi traquer la lumière ?

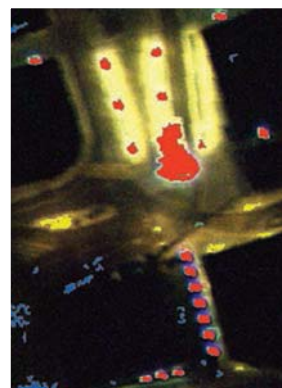
Notre objectif était d'utiliser ces photos nocturnes pour mener à bien un diagnostic de l'éclairage public. La loi sur l'énergie entrée en vigueur en 2010 oblige les communes à réaliser tous les quatre ans un diagnostic de l'efficacité énergétique des installations du canton, mais aussi un diagnostic de la pollution lumineuse. Nous avons ainsi voulu tester, grâce à ces prises de vues nocturnes, s'il était possible de déterminer, en fonction du type de lampes, la manière dont elles éclairent, et si elles éclairent plus le sol que le ciel par exemple. La loi sur l'énergie prévoit que les éclairages



Bel-Air 1
Photo de base.



Bel-Air 2
Classement par intensité lumineuse.



Bel-Air 3
Détection des sources lumineuses (en rouge).

DMO