# Orthographie nocturne à haute résolution : la nuit, vue du ciel

Autor(en): **Frangiamone, Eva**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **112 (2014)**

Heft 12

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-515378

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Orthophotographie nocturne à haute résolution: la nuit, vue du ciel

E. Frangiamone

En un peu plus d'un siècle et demi, la photographie aérienne est devenue un outil incontournable d'aide à la décision. Riche d'informations, elle se révèle précieuse pour étudier, projeter et communiquer sur les projets d'aménagement de l'espace urbain. De plus en plus nombreuses et variées (photographies d'hiver, d'été, infrarouge…), ces photographies aériennes ne permettent pourtant actuellement qu'une visualisation partielle du territoire et de son activité. En effet, les prises de vue étant aujourd'hui exclusivement effectuées de jour, cet outil de travail ne permet pas d'appréhender l'image de la ville durant sa période nocturne. La photographie aérienne nocturne pourrait être un outil permettant aux acteurs de l'aménagement de l'espace public de saisir et de partager la portée des installations d'éclairage sur le territoire.
Grâce à un partenariat avec l'IGN, la DMO (Direction de la Mensuration Officielle) du Canton de Genève a fait réaliser une photographie nocturne du territoire genevois dans la nuit du 14 au 15 avril 2013. Ce partenariat devait permettre d'étudier dans quelle mesure l'acquisition de photos aériennes nocturnes pourrait répondre aux besoins des gestionnaires de l'éclairage public et de l'aménagement du territoire nocturne de façon générale. Quelles données et quelles informations est-il possible de tirer de cette nouvelle visualisation de la nuit? De quelle façon utiliser ce nouvel outil? Quel rôle la photographie aérienne nocturne peut-elle jouer dans l'aménagement durable de la ville?

*In gut 150 Jahren ist die Luftfotogrammetrie eine unumgängliche Entscheidungshilfe geworden. Reich an Informationen ist sie ein wertvolles Instrument, um die städtische Entwicklung nachhaltig zu studieren und zu planen sowie über Projekte zu informieren. Die immer zahlreicheren und unterschiedlicheren Luftbilder (Sommer/Winter/Infrarot) ermöglichen meist nur eine Visualisierung der stattfindenden Tätigkeiten bei Tag. Luftbildaufnahmen bei Nacht wären ein nützliches Mittel für die Planer des öffentlichen Raums, um die städtische Beleuchtung und ihre Tragweite zu erfassen. Dank einer Partnerschaft mit dem IGN (Institut National de l'information Géographique et Forestiere) hat die Direktion der amtlichen Vermessung des Kantons Genf eine Nachtaufnahme des Genfer Staatsgebietes in der Nacht vom 14. auf den 15. April 2013 durchgeführt. Welche Daten und Informationen können aus dieser neuen Nachtvisualisierung bezogen werden? Welche Rolle kann die Nachtfotografie in der nachhaltigen Planung der Stadt spielen?*

In poco più di 150 anni, la fotografia aerea è diventata uno strumento imprescindibile di supporto nel processo decisionale. Ricca d'informazioni si rivela un prezioso strumento per lo studio sostenibile dello sviluppo urbano e per l'informazione progettuale. Tuttavia, le riprese aeree (estive/invernali/infrarosse) consentono solo di visualizzare le attività svolte di giorno. Le fotografie aeree notturne sarebbero uno strumento utile per i progettisti degli spazi pubblici per immortalare la rilevanza delle illuminazioni urbane. Grazie a un partenariato con l'IGN (Institut National de l'information Géographique et Forestiere), la Direzione della misurazione ufficiale del canton Ginevra ha realizzato una fotografia notturna del territorio ginevrino nella notte dal 14 al 15 aprile 2013. Quali dati e quali informazioni possono essere estrapolate da queste nuove riprese notturne? Quale ruolo svolge la fotografia aerea notturna nella pianificazione sostenibile della città?

## Méthode d'acquisition

Dans le cadre de ses activités de recherche et de développement, l'IGN œuvre à développer des outils et des méthodes visant à acquérir et à traiter différents types d'imagerie. L'acquisition d'images de nuit est une problématique innovante qui nécessite une instrumentation spécifique et des méthodes de traitement inventives pour maitriser la géométrie et la radiographie des images.

### Le dispositif de prises de vues

La prise de vues aériennes nocturnes a été réalisée à partir de la caméra IGN V2 grand format, utilisée en production depuis 2011 pour les photos de jour. Ce dispositif est composé de huit têtes de caméra 39 Mpixels: quatre en noir et blanc et quatre en couleurs (rouge, bleu, vert et infrarouge). Le vol a été effectué dans l'un des quatre Beechcraft 200 de l'IGN.

### Le contraintes de la prise de vues de nuit

La difficulté principale de la prise de vues aérienne nocturne provient de la faible quantité de lumière de la scène à photographier. Afin de garantir la richesse du signal, il a été nécessaire d'augmenter le temps de pose, pour atteindre environ 500 ms, et d'ouvrir à son maximum le diaphragme des différents objectifs. Le défi technique a été d'obtenir des photo-

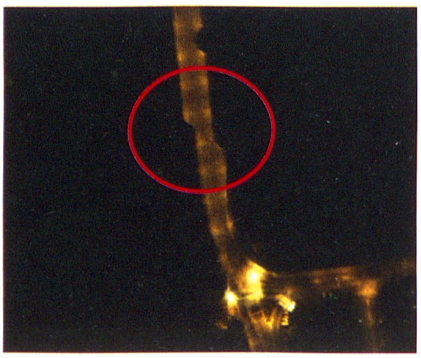

Fig. 1: Photo aérienne nocturne, décalage apparu lors de l'assemblage des clichés (IGN–DMO).

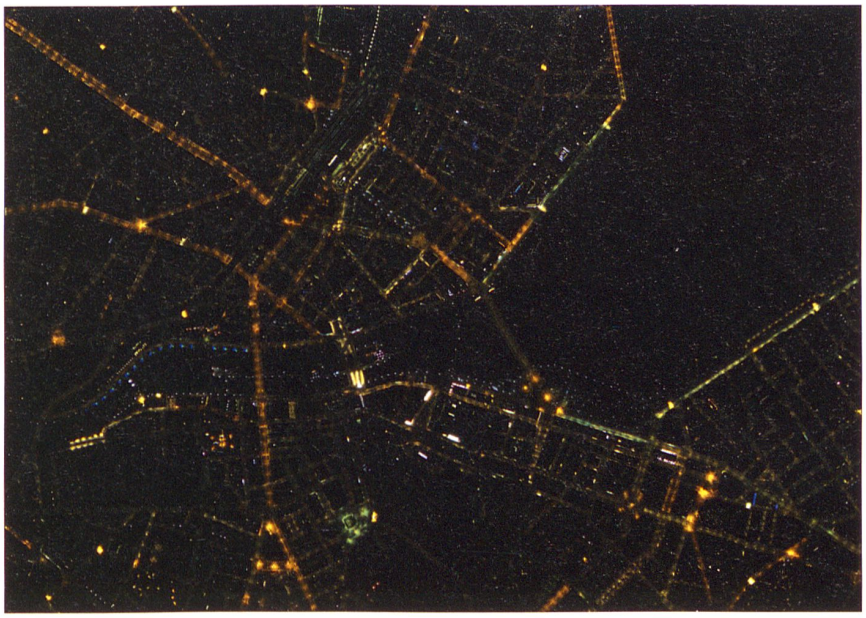

Fig. 2: Photo aérienne nocturne, ville de Genève (IGN–DMO).

graphies nettes, sans flou ni filé, depuis un avion se déplaçant à la vitesse minimum de 80 mètres par seconde (vitesse en dessous de laquelle des vibrations importantes risqueraient de nuire à la qualité des images)

Pour cela, la caméra doit nécessairement restée stable. L'utilisation d'une plateforme stabilisée couplée à un dispositif de mesures inertielles permet de garantir la verticalité des prises de vues avec une précision de quelques dixièmes de degrés et d'absorber une partie des vibrations générées par l'avion. Le dispositif de mesures inertielles est lui-même associé à un récepteur GPS qui permet de disposer a postériori de données précises sur le positionnement de l'image.

## Les contraintes du vol

Afin d'obtenir des photos de qualité optimale, le vol a dû être réalisé dans des conditions spécifiques, respectant les contraintes suivantes:

- La période de l'année: durant l'hiver pour limiter la présence de feuilles sur les arbres (gêne visuelle) et hors période de fête (durant laquelle l'éclairage est modifié),
- La période de vol: de préférence tard dans la nuit pour limiter la présence des voitures, qui engendreraient la création d'un éclairage parasite,
- La météo le jour du vol: par temps clair, sans nuages et peu de vent afin de garantir la stabilité de l'avion,
- La météo les jours précédents le vol: pas de pluie ou de neige. En effet, la neige ou les revêtements mouillés reflètent d'avantage la lumière et altéreraient alors les résultats obtenus.

## Résultats obtenus

Le vol a été réalisé dans la nuit du 14 au 15 avril 2013, entre 23 h et 3 h 30 du matin. Ce vol a permis de récupérer 979 clichés, sur une surface de près de 700 km$^2$, au-dessus du canton de Genève et une partie de la France voisine.

Chaque cliché est l'assemblage des huit images réalisées par la caméra de l'IGN. Ces clichés sont ensuite orthorectifiés et géoréférencés. Pour cela, l'IGN s'est appuyé sur les informations collectées par le récepteur GPS. Le résultat est ensuite affiné par la reconnaissance visuelle de points particuliers dont les coordonnées

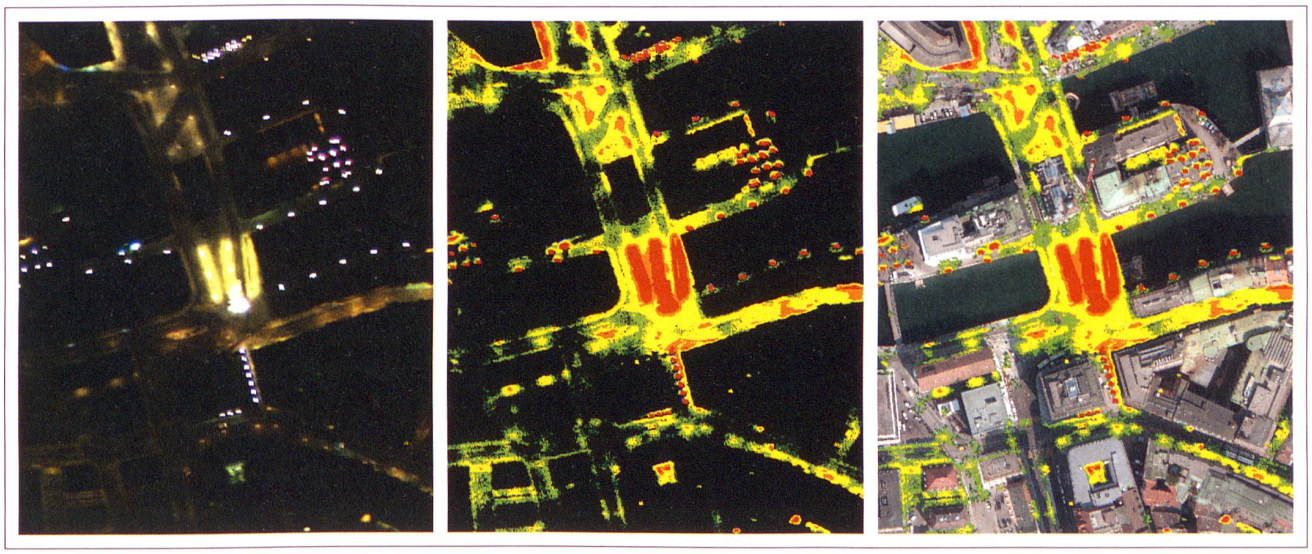

Fig. 3 (a, b et c): Classification par intensité lumineuse, place de Bel Air (Ville de Genève) a: Sans traitement, b: Avec traitement, c: Orthophotographie de jour et traitement.

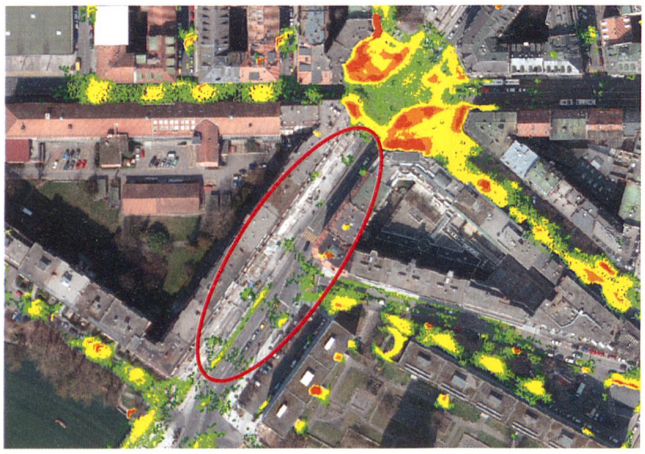

Fig. 4: Arrêt de tram, jonction (photo de jour 2011 et classification par intensité lumineuse).

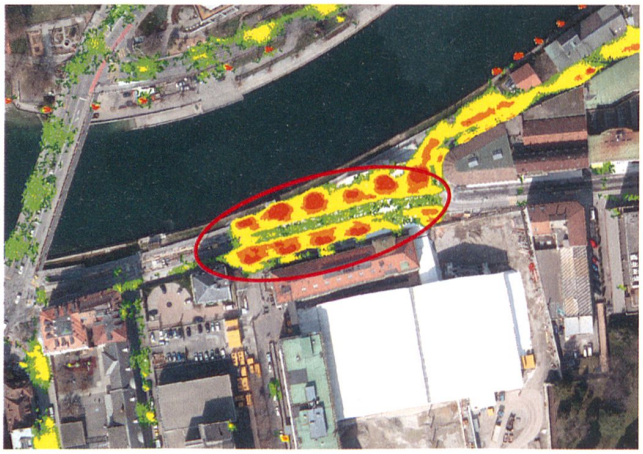

Fig. 5: Arrêt de tram – Palladium (photo de jour 2011 et classification par intensité lumineuse).

sont connues avec précision. Cette étape a pu être réalisée car les photos aériennes nocturnes possèdent une résolution suffisante: chaque pixel représente 40 cm au sol. Pour que cette analyse visuelle puisse être réalisée, un premier traitement a été effectué sur les clichés obtenus: l'histogramme a été étiré afin de faire ressortir les détails des images.

Cependant, en raison du peu d'informations collectées par les capteurs par rapport à une photo de jour, quelques défauts apparaissent sur les clichés finaux (Fig. 1).

## L'analyse spectrale

Les photos aériennes nocturnes permettent de visualiser la totalité du réseau d'éclairage de la zone d'étude (Fig. 2).

Afin d'optimiser l'utilisation de ces clichés, une analyse spectrale a été réalisée, permettant de faire ressortir les détails de l'image et d'en faciliter la lecture. En effet, les données fournies par l'IGN sont sous la forme d'un raster. La création de données vectorielles à partir de ce raster permettrait de faciliter l'exploitation des données.

### Les logiciels utilisés

Afin de visualiser et traiter les données obtenues, deux logiciels principaux ont été utilisés.

- FME (Feature Manipulation Engine) est un logiciel développé par SAFE Software. Il permet l'extraction, la transformation et le chargement de données géographiques. Ce logiciel a permis le traitement des données raster et la création de données vectorielles.
- ArcMap est l'application principale du logiciel ArcGIS, développé par ESRI. Elle permet de visualiser des données géographiques, aussi bien vectorielles que rasters, de les saisir, mettre à jour, analyser, cartographier et mettre en page.

### La classification par intensité lumineuse

La classification par intensité lumineuse permet de trier les pixels en fonction de leur valeur d'intensité lumineuse. Le traitement est réalisé sur le logiciel FME et les résultats sont visualisés sur l'application ArcMap. Le script élaboré a permis la création de 6 classes d'intensité lumineuse sur une échelle allant de 0 à 255. La couche Shape obtenue permet de pouvoir facilement comparer les espaces éclairés entre eux.

Sur les illustrations précédentes (Fig. 3), le traitement réalisé permet de discerner:

- En bleu: les luminosités comprises entre 15 et 20,
- En vert: les luminosités comprises entre 21 et 40,
- En jaune les luminosités comprises entre 41 et 120,
- En orange les luminosités comprises entre 121 et 200,
- En rouge: les luminosités comprises entre 201 et 255.

### Les traitements annexes

Différents traitements ont pu être réalisés sur les clichés obtenus sur la base du script réalisé pour la classification par intensité lumineuse.

L'un de ces traitements permet la détection des emplacements des sources lumineuses. Un second permet la classification de ses sources par types de lampes, distinguant l'éclairage au mercure de celui au sodium ou à l'halogénure métallique. Un troisième permet de détecter les portions de routes éclairées.

## Le potentiel d'utilisation des photos aériennes nocturnes: entre noir et lumière

En donnant la possibilité de pouvoir visualiser le réseau d'éclairage sous un angle nouveau, ce sont de nouvelles options qui s'offrent aux acteurs de l'éclairage et de l'aménagement du territoire nocturne.

Plusieurs exemples concrets d'utilisation ont pu être dégagés suite à l'étude réalisée.

### La visualisation du réseau d'éclairage

Cette nouvelle vision de l'éclairage public permet d'inscrire plus facilement l'éclairage dans un plan d'aménagement urbain, en particulier dans la mesure où les plans d'aménagement reposent au-

**Les lumières de la ville en chiffre**

- **ville diurne** sous la lumière naturelle pendant 4600 heures, soit 52 % du temps annuel (entre 33 % en hiver et 67 % en été).
- **ville nocturne** sous éclairage public pendant 4166 heures, soit 48 % du temps annuel.
- **ville active** de 6 heures à 22 heures, soit une durée de 16 heures par jour (66 %), dont 15 % (3 heures) en moyenne sous éclairage public – 31 % (8 heures) en hiver et 0 % en été.
- **ville noctambule** de 22 heures à 6 heures, soit 33 % du temps totalement sous éclairage.

jourd'hui généralement sur des données aériennes.

Les photos aériennes nocturnes permettent en effet de pouvoir confronter l'éclairage public existant à la topographie des lieux et ainsi évaluer la cohérence des choix faits en matière d'éclairage.

En s'intéressant de plus près à la ville de Genève, une étude comparative a permis de confirmer le fait que la structure globale de la ville était conservée: les voies principales sont plus éclairées que les autres tandis que les espaces naturels (parcs, lac, fleuve) sont plongés dans le noir. Cependant, quelques anomalies ont pu être détectées en réalisant une étude plus approfondie.

- *Les arrêts de tram de la ligne 14*
  Les photos aériennes nocturnes ont permis de mettre en évidence une différence d'éclairage importante entre les arrêts de tram d'une même ligne (Fig. 4 et 5). Ces espaces sont pourtant similaires tant en terme d'utilisation que de fréquentation. Une étude plus approfondie de cette problématique permettrait certainement de pouvoir homogénéiser les éclairages des différents arrêts.
- *La place de Bel Air*
  Les photos aériennes nocturnes ont mis en évidence le sur-éclairage de la place de Bel-Air (Fig. 6 et 7). Cet espace est un nœud de transports publics desservi par de nombreuses lignes de bus et de tram et également accessible aux voitures et taxis. En journée, la circulation y est importante et les piétons nombreux. A l'inverse, la nuit cet espace est très faiblement fréquenté. Les photos aériennes nocturnes, prises aux environs de 2h du matin au-dessus de la ville de Genève, mettent pourtant en évidence un éclairage important à cette heure tardive. La question de la gestion de l'éclairage dans cette zone pourrait certainement être revue afin de coïncider avec les usages et utilisations du site.
- *Les différences de luminosité de la route de Lausanne*
  Les photos aériennes nocturnes permettent de percevoir sans difficulté la différence de luminosité qui existe entre deux zones ou routes ayant des caractéristiques identiques (Fig. 8). L'éclairement de la route de Lausanne varie par exemple de façon importante d'une commune à une autre. Le revêtement de la voie étant identique sur la totalité de la route, les lampes et puissances choisies respectivement sur chaque portion de voie sont manifestement différentes. Une visite sur site a permis de confirmer cette hypothèse. Pourtant la différence de luminosité sur place n'est que faiblement perceptible par les automobilistes. Il pourrait donc être envisagé de diminuer l'éclairage sur la partie de la route côté Prégny-Chambésy dans la mesure où l'éclairage minimum semble être suffisant pour assurer une bonne visibilité aux usagers.

Les photos aériennes nocturnes permettent d'avoir un regard neuf sur le réseau d'éclairage public et ainsi de pouvoir facilement repérer des situations qui pourraient être améliorées. Elles ne sont néanmoins pas suffisantes actuellement pour établir un diagnostic complet des dispositifs mis en place. Mais elles permettent néanmoins de se poser des questions sur le système existant et de pouvoir ensuite, par une visite sur site et une étude plus approfondie, proposer une solution plus adaptée à la situation rencontrée.

Fig. 6: La place de Bel-Air (IGN–DMO).

Fig. 7: Bel Air aux environs de 23 h (DMO).

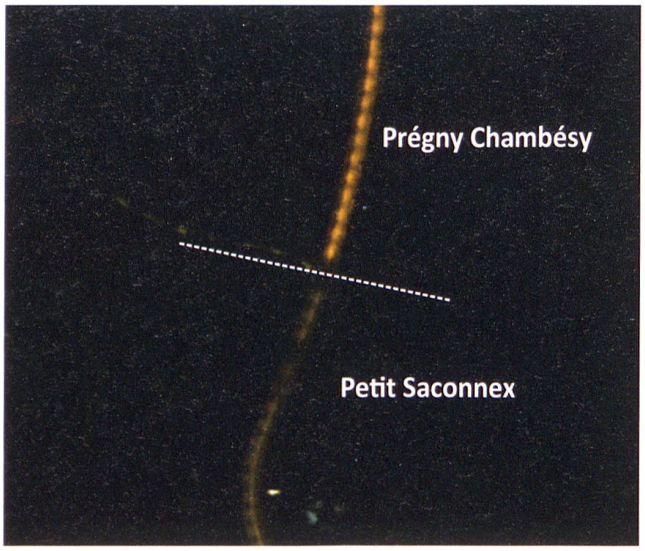


Fig. 8: Photo aérienne nocturne et différence d'éclairage sur la route de Lausanne (IGN–DMO).

Fig. 9: Photo aérienne nocturne et corridors biologique de la grande faune en rouge (IGN–DMO–DGNP).

### La mise en valeur des trames noires

La nuit représente la moitié de la journée. Pourtant bien souvent, les moyens de visualisation de l'espace nocturne manquent. Les photos aériennes nocturnes permettent de pouvoir visualiser également les espaces non éclairés. Cet aspect est particulièrement intéressant pour l'étude de l'impact de l'éclairage sur la biodiversité nocturne, faune et flore confondues.

La lumière artificielle, en altérant les cycles jour/nuit peut en effet affecter les organismes vivants et leurs écosystèmes, et entrainer de profondes modifications dans le comportement des animaux. Les corridors biologiques définis devraient donc être également des corridors noirs pour protéger les animaux de cette nuisance. En effet, pour certaines espèces la lumière peut constituer un barrage infranchissable.

Les relevés des corridors biologiques de grande faune réalisés, superposés à la photo aérienne nocturne (Fig. 9), ont permis de mettre en évidence l'impact de cet éclairage sur le déplacement de ces espèces, qui auraient tendance à éviter par exemple les routes éclairées, en traversant uniquement les portions non éclairées.

L'objectif à terme serait de pouvoir adapter l'éclairage public de telle façon à limiter son impact sur la biodiversité et les écosystèmes.

### Contexte de l'étude réalisée

Afin d'évaluer le potentiel d'utilisation des photos aériennes nocturnes, un groupe de travail a été créé, regroupant différents acteurs intéressés par l'exploitation de ces clichés. Ce groupe de travail est composé de:

- **L'IGN–Institut National de l'Information Géographique et Forestière** l'opérateur public de référence pour l'information géographique et forestière. Producteur et diffuseur de référentiels faisant autorité, de données géographiques multithématiques, il est également fournisseur de services d'utilisation des données.
- **La DMO–Direction de la Mensuration Officielle** (anciennement appelé «cadastre») qui est responsable de l'acquisition, de la gestion et de la diffusion des données de mensuration du territoire.
- **La DGNP–Direction Général de la Nature et du Paysage:** elle a pour mission de garantir durablement au bénéfice de la population genevoise, le développement d'un patrimoine naturel de haute valeur – en particulier au niveau des espèces de la faune et de la flore sauvages – par le maintien et la gestion active d'espaces suffisants.
- **L'OCEN–Office Cantonal de l'Energie** qui a pour missions de modérer/optimiser la consommation énergétique dans le canton de Genève et d'encourager la production et l'utilisation d'énergies renouvelables se substituant à l'énergie nucléaire et aux énergies fossiles.
- **La Ville de Genève**
- **Les SIG–Services Industriels de Genève.** Il s'agit de l'entreprise suisse de distribution de services de proximité. Elle fournit l'eau, le gaz, l'électricité et l'énergie thermique, traite les eaux usées, valorise les déchets et propose des services dans les domaines des énergies et des télécommunications. Ses activités visent à promouvoir le moins et mieux consommer en vue de contribuer au développement durable.

## L'utilisation des photos aériennes nocturnes – l'implication des communes

Dans le canton de Genève, les communes ont la responsabilité de l'éclairage des voies publiques communales, ainsi que

des espaces publics. Elles sont également les interlocuteurs de proximité des acteurs privés (comme les entreprises ou les copropriétés). Afin de connaitre les besoins réels en matière d'éclairage et l'utilisation concrète de ces photos, l'implication des communes dans cette démarche de recherche est apparue comme primordiale.

Les photos aériennes nocturnes ont été présentées à plusieurs communes du canton afin d'évaluer concrètement leur intérêt pour ce nouvel outil et de savoir s'il pouvait faciliter concrètement leur mission d'aménagement et de gestion du parc d'éclairage public.

Au cours des entretiens réalisés, les clichés se sont avérés être un moyen de communication et de sensibilisation efficace auprès de ces interlocuteurs. Elles permettent en effet d'aborder la question de l'aménagement du réseau d'éclairage public avec facilité et d'impliquer aisément les communes dans cette réflexion, communes qui n'ont pas toujours les compétences ou les moyens suffisants pour s'intéresser de près à ces questions techniques. Les photos aériennes nocturnes permettent d'ouvrir le dialogue et surtout de remettre en questions l'éclairage (et également le non-éclairage) existants.

A terme, ces clichés pourraient servir de support à l'organisation d'une rencontre entre toutes les communes du canton, voire également les communes françaises frontalières, afin de pouvoir échanger sur les questions d'éclairage public.

## Conclusion et perspectives

L'éclairage public pose de nouveaux défis environnementaux et les photos aériennes nocturnes pourraient permettre de sensiblement faciliter la remise en question du système d'éclairage actuel. Les premières recherches lancées sur ce sujet démontrent un potentiel toujours plus grand de ces clichés qui vont certainement se multiplier dans les années à venir. Les photos aériennes nocturnes offrent en effet un nouveau regard sur la nuit.

A l'heure actuelle, ce nouvel outil ne permet cependant qu'une vision globale et qualitative du réseau d'éclairage. Il ne permet notamment pas de pouvoir connaitre le niveau d'éclairage au sol. En effet, la lumière perçue sur les photos est en réalité la somme des lumières envoyées de façon directe et indirecte vers le ciel, et non pas les lumières perçue par l'utilisateur au sol. Il ne peut donc permettre de pouvoir quantifier les niveaux de luminosité et donc de remplacer un diagnostic d'éclairage public tel qu'il existe actuellement. Il s'agit cependant d'un outil d'aide à la décision innovant, ayant un potentiel d'utilisation dans de multiples domaines (aménagement, énergie, biodiversité…).

Il semble important de noter à ce niveau l'importance de la communication, de la collaboration et des échanges entre les experts des différents domaines, du fait de la multiplicité des sujets abordés et des personnes impliquées. L'utilisation de photos aériennes nocturnes pourrait en effet être à l'origine de la création d'un dialogue multi-métier sur la problématique de l'aménagement du territoire nocturne.

A terme, l'organisation d'un second vol permettait de pouvoir suivre l'évolution de l'éclairage public et d'améliorer les résultats obtenus. Les technologies évoluant rapidement, les prochains clichés seront certainement très différents de ceux obtenus en 2013.

Enfin, si les photos aériennes de jour sont devenues aujourd'hui un outil incontournable, d'autres moyens de représentation du territoire diurne se multiplient: modèles 3D, Street View, clichés pris à partir de drones… Le territoire nocturne reste encore dans tous ces domaines très peu représenté. Les perspectives d'évolution sont donc importantes. Tout comme les photos aériennes, toutes ces nouvelles techniques pourraient un jour être adaptées pour représenter notre environnement de nuit sous un nouvel angle.

Eva Frangiamone
10, rue Versigny
FR-75018 Paris
e.frangiamone@gmail.com

Geomatik Schweiz / Géomatique Suisse online

Inhaltsverzeichnisse: www.geomatik.ch > Fachzeitschrift
Sommaires: www.geomatik.ch > Revue

Alle Fachartikel und Rubrikbeiträge seit 1903 als pdf: www.geomatik.ch > Fachzeitschrift (retro.seals.ch)
Tous les articles et contributions sous rubrique dès 1903 en pdf: www.geomatik.ch > Revue (retro.seals.ch)