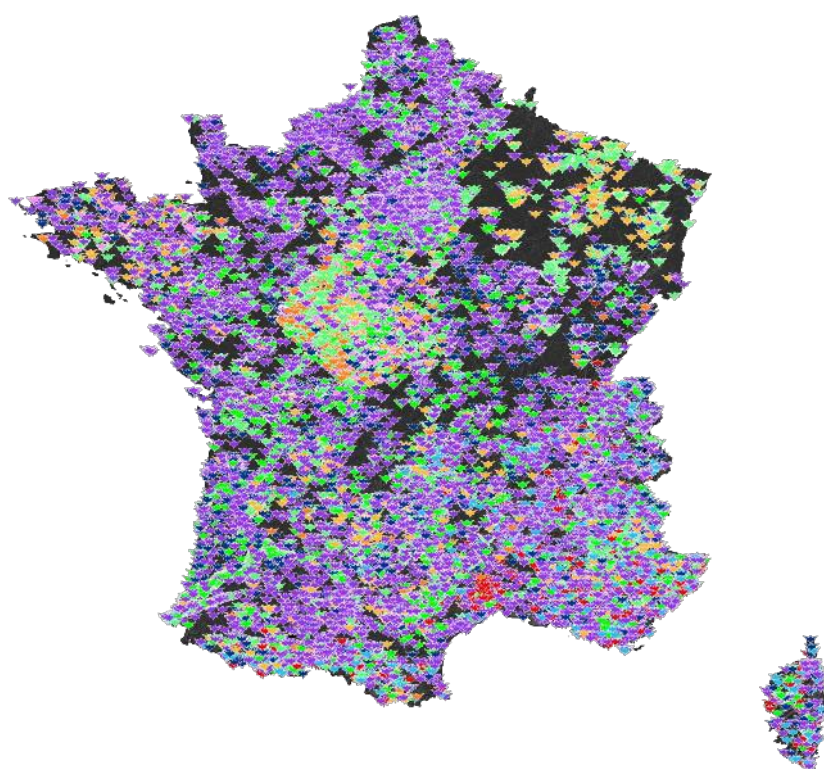


Chiroptères : dans l'ombre de l'éclairage public

Exploration des données d'éclairage public pour comprendre l'impact sur la distribution des chiroptères en France



Licence Professionnelle Géomatique et Environnement 2024

Co-habilitation l'Université Paris 1 et l'École Nationale des Sciences Géographiques

Sommaire

INTRODUCTION.....	.4
1. Description des données.....	.5
1.1. Qu'est-ce que l'« open data » ?.....	.5
1.2. Les données et leurs traitements.....	.6
Les données chiroptères.....	.6
Les données d'occupation du sol.....	.9
Les données d'éclairage public.....	.10
2. Résultats de recherche.....	.16
2.1. Répartition et éclairage public.....	.16
2.2. Facteur complémentaire : l'occupation des sols.....	.19
CONCLUSION.....	.21

Index des figures

Figure 1: "Oreillard commun", Atlas de poche des mammifères de France, de la Suisse romane et de la Belgique.....	4
Figure 2: Logo INPN OpenObs.....	6
Figure 3: Erreur lors d'une requête d'export de données sur la plateforme OpenObs.....	6
Figure 4: Diagramme de la chaîne de traitement des données chiroptères.....	7
Figure 5: Carte de la répartition des chiroptères en France.....	8
Figure 6: Carte comparant la symbologie du CorineLandCover et de la version simplifiée..	9
Figure 7: Statistiques sur la répartition des chiroptères par usages des sols.....	10
Figure 8: Extrait du jeu de données de La Rochelle.....	10
Figure 9: Extrait du jeu de données de Nantes.....	10
Figure 10: Code de la requête "overpass-turbo".....	11
Figure 11: Résultat de la requête "overpass-turbo".....	11
Figure 12: Carte de synthèse des données d'éclairage public.....	11
Figure 13: Carte de l'éclairage public autour de Lyon.....	13
Figure 14: Carte comparant les sources de données d'éclairage à Paris.....	14
Figure 15: Carte comparant les sources de données d'éclairage à Antibes.....	14
Figure 16: Métadonnées de l'éclairage public de Paris, data.gouv.fr.....	15
Figure 17: Extrait de la répartition des chiroptères à Paris.....	16
Figure 18: Carte de la répartition des chiroptères autour de Dijon.....	16
Figure 19: Carte de la répartition des chiroptères autour de Toulouse.....	17
Figure 20: Carte et statistique sur la distance à l'éclairage le plus proche.....	18
Figure 21: Occupation des sols autour de Dijon.....	19
Figure 22: Occupation des sols autour de Toulouse.....	19
Figure 23: Répartition des chiroptères et occupation des sols autour d'Annemasse.....	20
Figure 24: Occupation des sols autour de Fontainebleau.....	20

INTRODUCTION

Ce projet vise à explorer les données d'éclairage public en France et des données sur les chiroptères afin de les quantifier et de les confronter pour en tirer un bilan.

C'est un sujet exploratoire partant de l'hypothèse, basé sur des études préalables, que la lumière engendre une gêne quand à la répartition des chiroptères.

Une caractéristique fondamentale de ce projet est l'utilisation de données ouvertes (« open data »). Celles-ci, accessibles à tous sans restriction, jouent un rôle essentiel dans la recherche en favorisant la transparence, la collaboration et l'innovation. En utilisant des données ouvertes, ce projet offre la possibilité d'une analyse approfondie et reproductible, permettant à tous d'accéder aux résultats et de les utiliser pour élaborer des stratégies de conservation efficaces.

Ce rapport présente les méthodologies utilisées pour rendre utiles les données choisies ainsi que les résultats de ses analyses sous différentes formes (cartographie, statistiques) dans le but de sensibiliser aux problématiques liées à la pollution lumineuse ainsi qu'à la mise en avant de l'open data.

Ce travail a nécessité l'utilisation du logiciel SIG (Système d'Information Géographique) QGIS (3.28) ainsi que de la suite bureautique LibreOffice (24.2) qui sont tous deux à code source ouvert (« open source »). Des rendus ont été réalisés via la suite Microsoft Office (2021).



Figure 1: "Oreillard commun", Atlas de poche des mammifères de France, de la Suisse romane et de la Belgique

1. Description des données

L'approche méthodologique implique la collecte et la compilation de données d'éclairage public à l'échelle nationale, en utilisant des sources telles que les bases de données gouvernementales et d'autres organisations.

Ces données sont ensuite croisées avec les données de distribution des chiroptères, comprenant des enregistrements d'observations sur le terrain ainsi que des données de télémétrie et de capture, pour évaluer les modèles de distribution spatiale des différentes espèces de chauves-souris.

En complément, le projet intègre également des données d'occupation du sol. L'utilisation de celles-ci permet de classer les localisations des données chiroptères et de mieux comprendre comment elles interagissent avec les niveaux d'éclairage.

On définit ici l'éclairage public comme l'ensemble des moyens d'éclairage dans les espaces publics, à l'usage de tous. Les chiroptères, quant à eux, représentent un ordre de mammifères nocturnes capables de vol actif, comprenant les chauves-souris (figure 1).

1.1. Qu'est-ce que l'« open data » ?

Les données ouvertes, souvent désignées sous le terme "Open data", représentent un ensemble de données disponibles gratuitement et facilement réutilisables par tous. Elles se caractérisent par leurs accessibilités (disponibles sous forme commode et modifiable), leurs ré-utilisabilités, leurs interopérabilités (lisibles sur différentes machines et compatibles entre elles) et distribuées sans discrimination.

Il convient de distinguer l'open data d'autres concepts connexes, tels que :

- Libre accès : mise à disposition en ligne de contenus numériques qui peuvent être libres de droit ou sous un régime de propriété intellectuelle.
- Libre de droit : données gratuites d'utilisation sans payer de redevances.
- Contenu libre : contenu dont la modification et la diffusion sont libre.
- Licence libre : autorisations données par l'auteur, à tous et par avance, d'exploiter son œuvre dans des conditions déterminées (par des licences).

Les données publiques, souvent associées à l'open data, ne sont pas toujours totalement ouvertes. Elles sont produites ou collectées par des administrations publiques, mais leur accès peut être réglementé.

La site offre aussi au téléchargement les données non géo-référencer. Celles-ci sont disponible par groupe d'espèces ou par zones géographiques sans filtre. L'ensemble des données intéressantes pour ce projet, les mammifères, sont disponible au format CSV et contiennent 6,5 Millions (M) de lignes (4 Go).

Il faut à présent traiter les données pour garder uniquement celles nécessaires au projet. Le fichier brut contient trop d'informations pour être ouvert dans son entièreté par les logiciels utilisés. En scindant en multiples fichiers de 1 Millions de lignes, le temps d'ouverture reste trop important et rend les manipulations difficile.

La solution a été de découper en 65 fichiers de 100 000 lignes pour une ouverture rapide dans LibreOffice Calc et pour traitement dans QGIS.

La mise en place d'un modelleur graphique (« model builder ») (figure 4) dans QGIS a permis d'affiner les données, de les géolocaliser et de créer une couche par fichier dans une base de données (fichier au format geopackage). On passe de 105 colonnes de données à 12 pour ce projet.

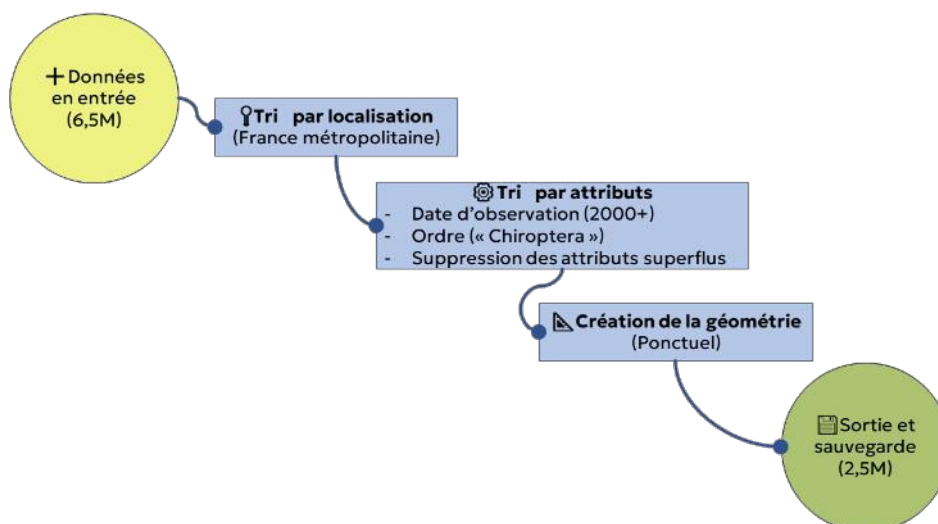


Figure 4: Diagramme de la chaîne de traitement des données chiroptères

Il fallait absolument que ce traitement puisse être effectué par lot, car il était répétitif et très chronophage. La plus grande difficulté fût de créer des couches différentes par fichier vers un geopackage. Étant donné qu'il y a 65 fichiers et que le modelleur graphique n'a pas de mémoire pendant les traitements par lot (les fichiers sont traités un à un), les enregistrer tous dans une seule couche écrasait les données précédentes. De plus, il est actuellement impossible dans QGIS d'utiliser une variable propre au fichier pour définir un nom en sortie vers un geopackage dans un traitement par lot venant d'un modelleur graphique. La solution a été d'attribuer des noms avec un chiffres aléatoires sur une large plage (six chiffres) lors de l'enregistrement et de vérifier à la main afin d'éviter d'écraser un fichier de sortie précédemment généré.

Une fois tous les traitements effectués, il restait 2,5 millions de données utiles par la suite stylisées et regroupées par famille (figure 5).

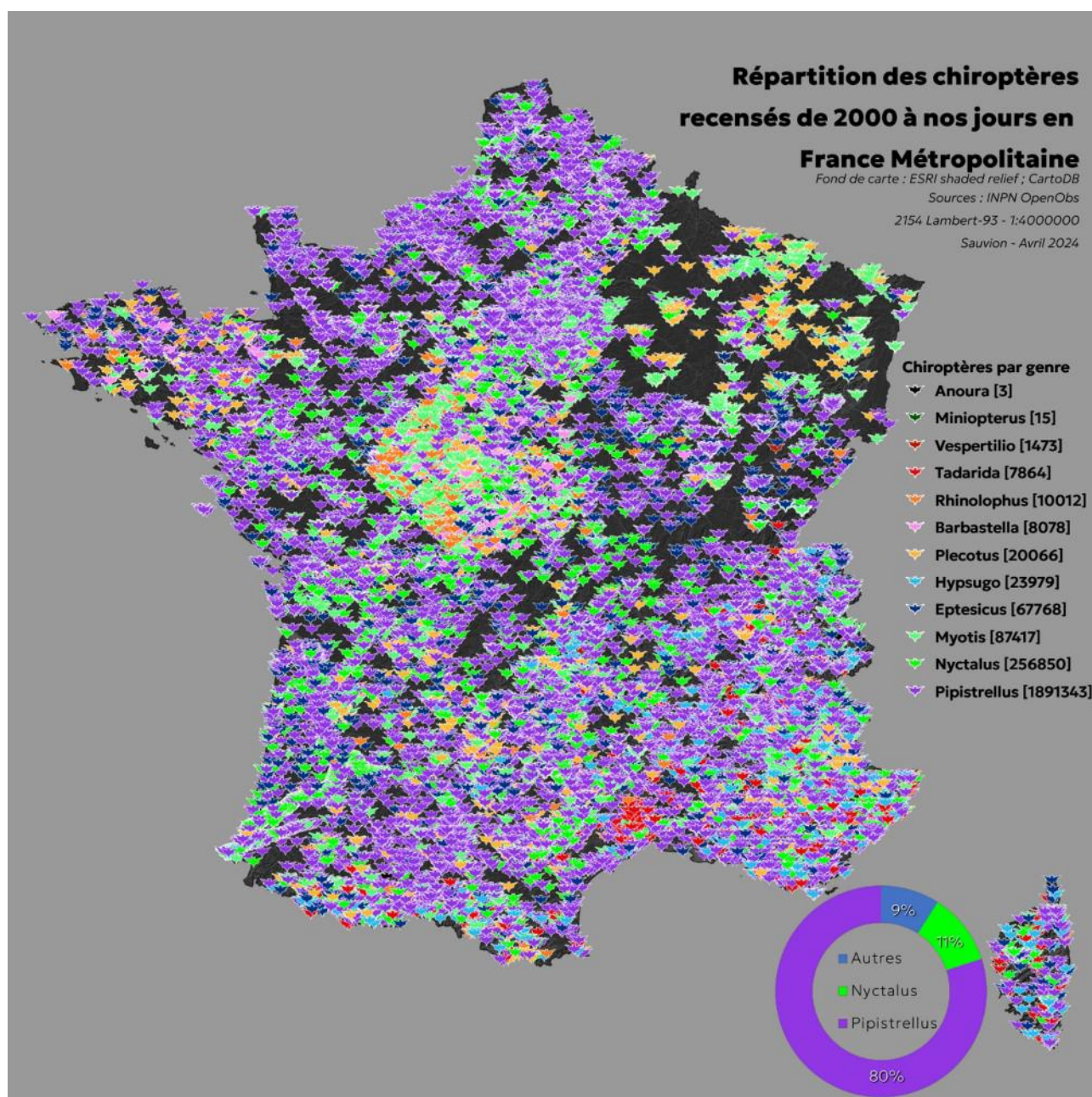


Figure 5: Carte de la répartition des chiroptères en France

On peut noter que toutes les observations n'ont pas d'indications sur la quantité d'individus par point. Il n'est possible de faire que de la présence/absence. Les limites du sujet, tant géographiques que temporelles, induisent aussi une perspective restreinte, empêchant parfois une compréhension complète et nuancée. Certaines données, comme les observations par maille, n'ont pas été prises en compte car trop imprécises (précision à 10 km).

Les données d'occupation du sol

Le Corine Land Cover (CLC) est une base de données géospatiale développée par l'Agence européenne pour l'environnement (EEA). Son objectif est de fournir des informations détaillées sur l'utilisation des terres et les couvertures terrestres dans toute l'Europe.

Le CLC classe les différents types de couverture terrestre en catégories (44) telles que les zones urbaines, les terres agricoles, les forêts, les zones humides, les zones industrielles, etc., puis en sous-catégories.

Dans le cadre de ce projet, il n'est pas nécessaire d'avoir autant de catégories. Les catégories ont été réorganisées en regroupant leurs sous-catégories selon leur numérotation (figure 6). Par exemple, toutes les catégories commençant par "1XX" ont été regroupées sous la catégorie "1". Ses 5 catégories sont les occupations du sol susceptible de posséder de l'éclairage et des informations de localisations chiroptères.

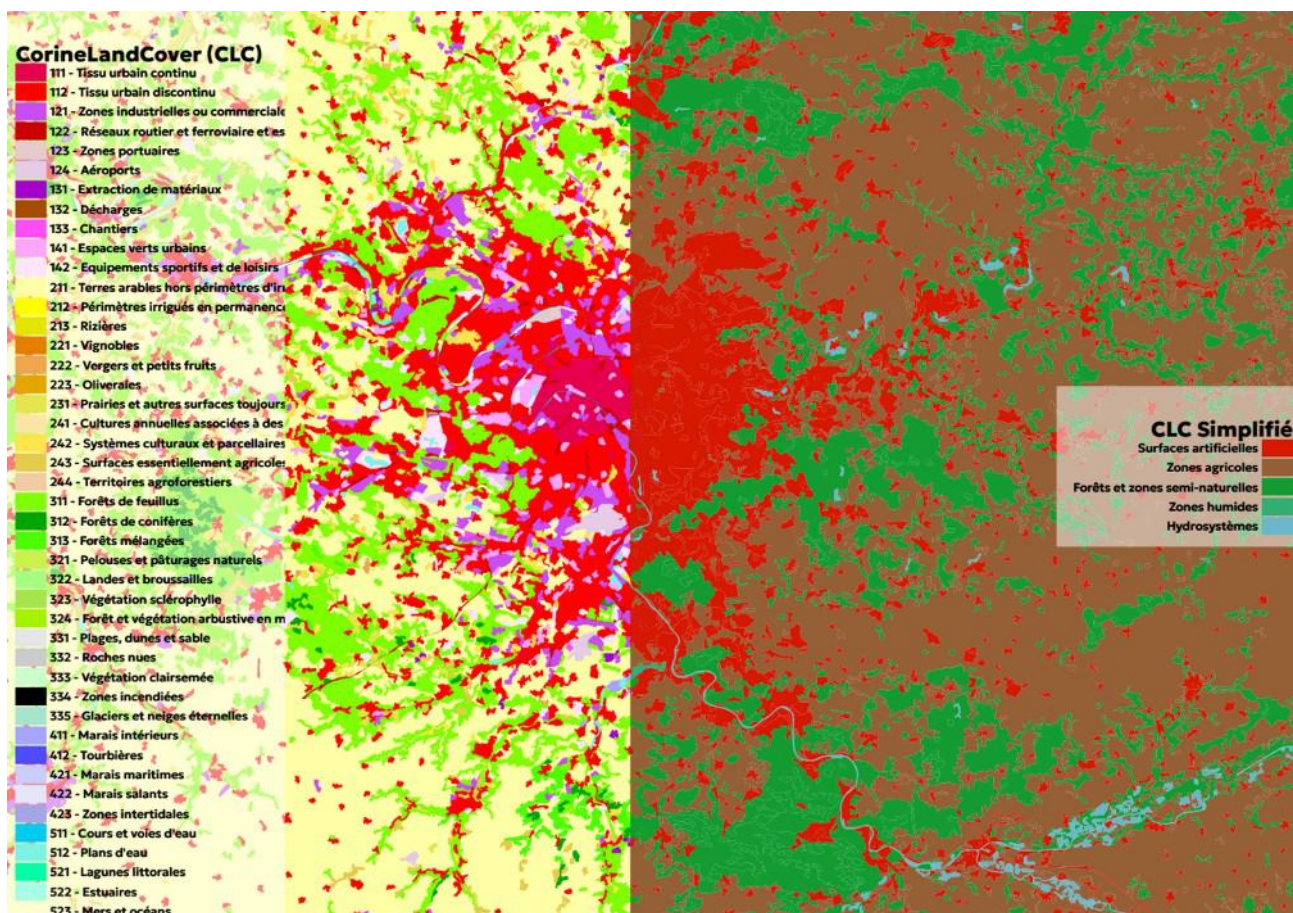


Figure 6: Carte comparant la symbologie du CorineLandCover et de la version simplifiée

Ceci nous permet d'apporter une précision sur la répartition des chiroptères selon l'usage du sol et ainsi apporter plus de robustesse aux résultats que nous pourrions avoir avec les seules autres données (figure 7).

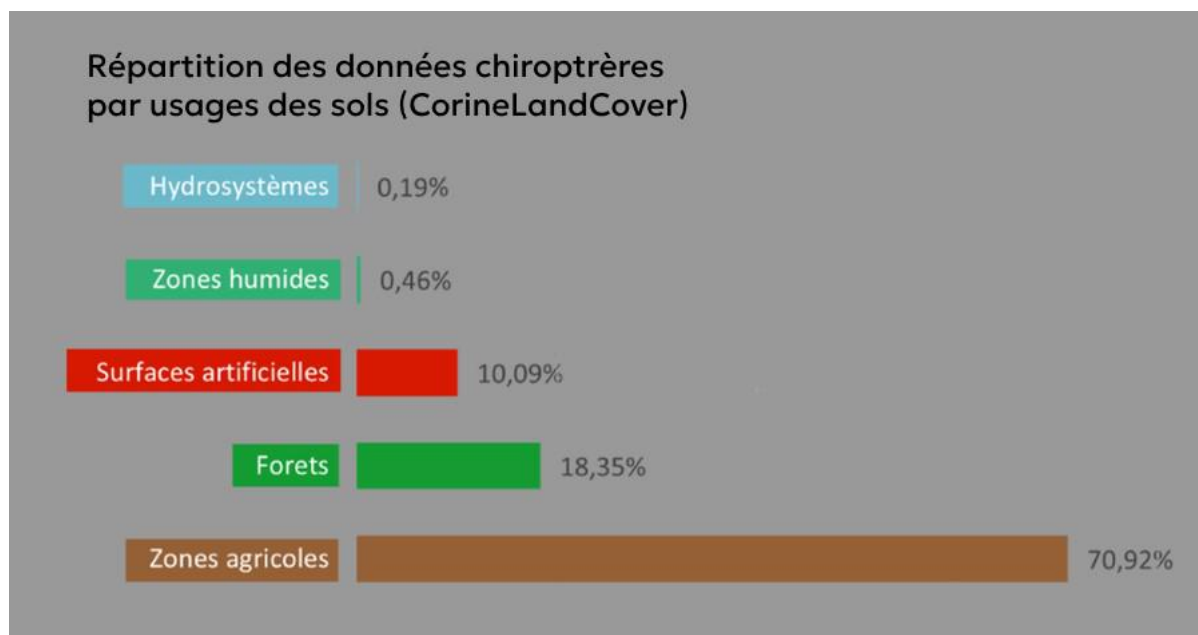


Figure 7: Statistiques sur la répartition des chiroptères par usages des sols

Les données d'éclairage public

En premier lieu, il fût réalisé une synthèse des données disponibles sur la plateforme « data.gouv.fr », sur laquelle il est possible de trouver de nombreux jeux de données thématique. La recherche « éclairage public » sur le site renvoie 94 résultats. Concaténé avec la recherche « points lumineux » (55 résultats), il y a 149 résultats à explorer avec différents formats (json, geojson, csv, shapefile, xls). Au final, seules 16 villes possèdent un jeu de données comportant des informations sur la présence d'éclairage public. De plus, bien que le thème soit le même, chaque jeu possède sa propre nomenclature et données (figure 8 et 9), rendant impossible une comparaison poussée entre ces jeux. Parmi les informations, on retrouve souvent la commune et la rue possédant l'entité. 7 jeux possèdent l'information sur la hauteur, 10 sur la puissance mais uniquement 5 possèdent les deux, qui sont des informations permettant de faire des analyses plus qualitatives.

D1	A	B	C	D	E
	code_service	type	hauteur	marque	nb_point_lumineux
1	EY103	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
2	EY101	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
3	EY106	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
4	EY107	En À@IÀ@vation	7	À renseigner	1
5	EY108	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
6	EY109	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
7	EY113	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
8	EY117	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
9	EY110	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
10	EY111	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
11	EY112	En À@IÀ@vation	6	À renseigner	1
12	EY114	En À@IÀ@vation	8	À renseigner	1
13	EY115	En À@IÀ@vation	8	À renseigner	1

Figure 8: Extrait du jeu de données de La Rochelle

A1	A	B	C	D	E	F
	nom_voie	type_foyer	type_lampe	hauteur_support	puissance	identifiant
1	Rue du Bois de Barre	IRIDIUM 9	SHP	0.0		110 EPNA091067 N
2	Rue Parmentier	IRIDIUM 9	SHP	0.0		110 EPNA085088 N
3	Boulevard Louis Millet	IRIDIUM 10	SHP	6.0		165 EPNA085037 N
4	Rue Saint Jean Baptiste de la Salle	AMPERA	LED	0.0		49 EPNA099129 N
5	Quai de Versailles	BTX 173	IMC	9.0		330 EPNA098059 N
6	Quai de Versailles	BTX 173	IMC	9.0		330 EPNA098062 N
7	Rue Cheviré	IRIDIUM 9	SHP	0.0		110 EPNA088043 N
8	Boulevard Emile Romanet	BTX 183	SHP	10.0		275 EPNA277274 N
9	Boulevard Emile Romanet	BTX 183	SHP	10.0		275 EPNA277260 N
10	Boulevard Emile Romanet	BTX 183	SHP	10.0		275 EPNA277258 N
11	Rue Kruger	IRIDIUM 9	SHP	0.0		77 EPNA105151 N
12	Rue Paul Griveaud	IRIDIUM 9	SHP	0.0		110 EPNA105165 N
13	Rue Adrien Langlois	MC2	SHP	0.0		110 EPNA105018 N

Figure 9: Extrait du jeu de données de Nantes

Secondement, pour pallier le manque d'informations sur les zones sans jeux de données, la recherche de données s'est tournée vers OpenStreetMap. OpenStreetMap (OSM) est un projet collaboratif mondial visant à créer une carte libre et détaillée.

À l'aide de l'outil « overpass-turbo » qui permet de faire des requêtes d'objets sur OSM (figure 10), il a été possible de récupérer les données concernant l'éclairage en geojson. (figure 11).



Figure 11: Résultat de la requête "overpass-turbo"

Figure 10: Code de la requête "overpass-turbo"

```
[out:json][timeout:250];
{{geocodeArea:France_métropolitaine}}->.searchArea;
nwr["highway"="street_lamp"](area.searchArea);
out geom;
```

Il est ainsi possible de faire une synthèse des données d'éclairage public disponible en France. Les données superposées entre OSM et data.gouv.fr sont conservées pour garantir la complétude.

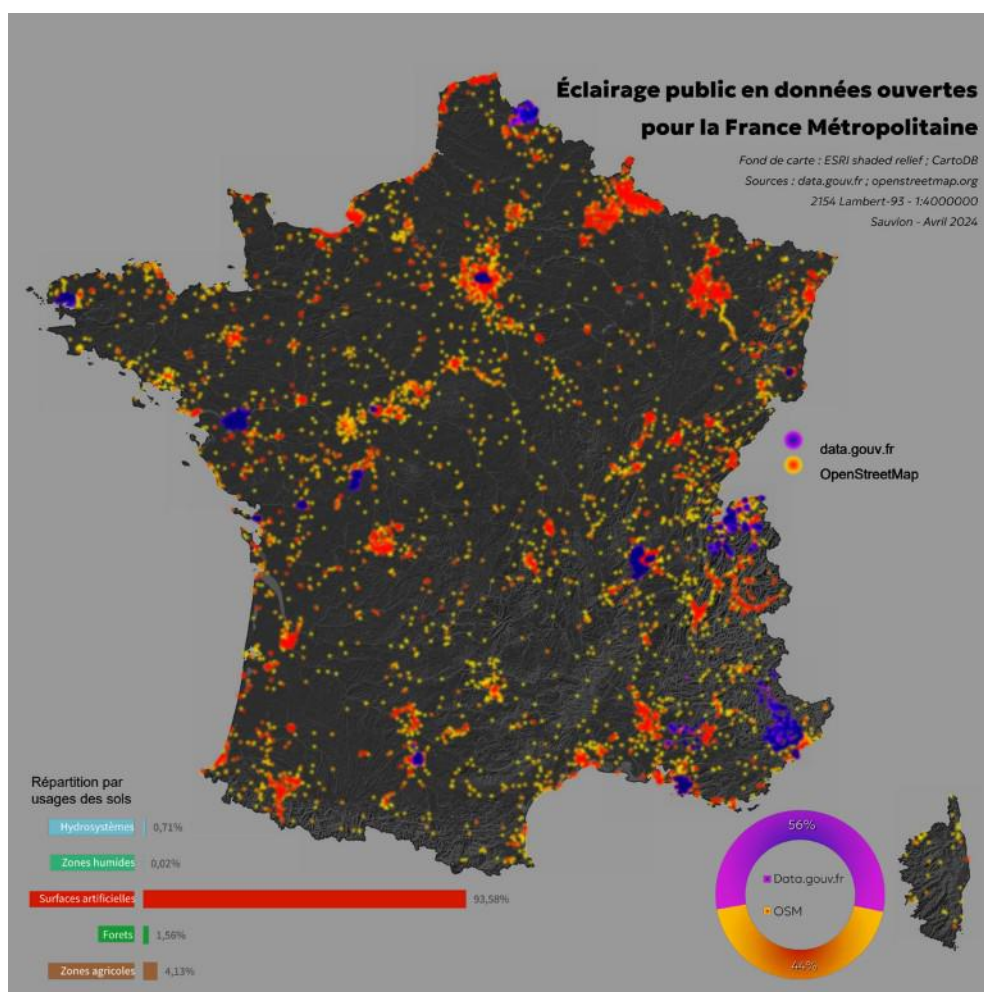
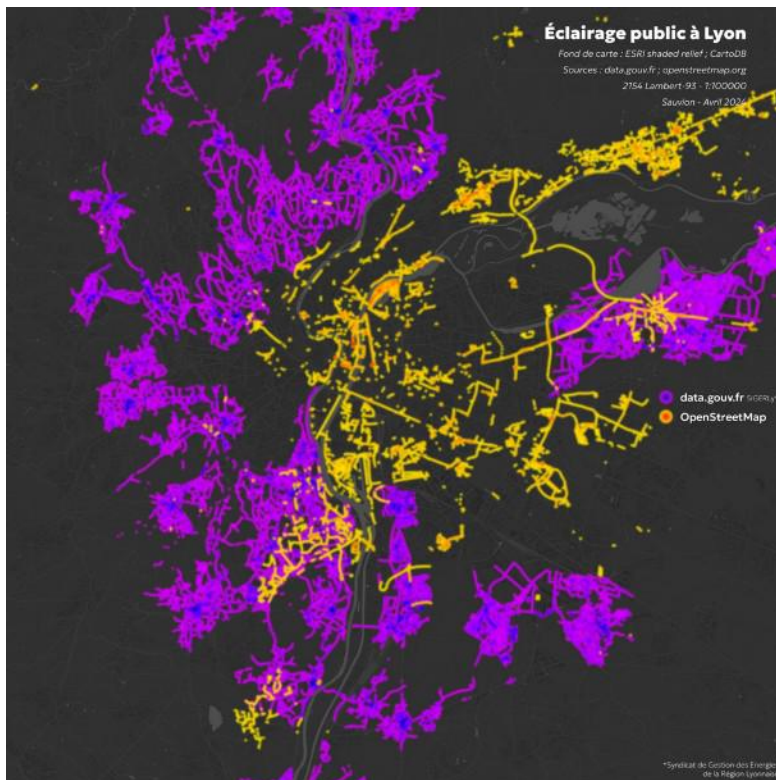


Figure 12: Carte de synthèse des données d'éclairage public

Pour ses données, la multiplicité des sources a été un atout important car elle a permis une couverture plus étendue des informations géographiques.



A Lyon, bien que les données sources telles que data.gouv.fr et OpenStreetMap existent, elles présentent des lacunes. Néanmoins, leur disponibilité a permis de compléter les informations manquantes les unes des autres.

Figure 13: Carte de l'éclairage public de Lyon

Cependant, cette diversité peut également introduire des contradictions et des incohérences entre les ensembles de données ou obtenir une même information plusieurs fois.

Dans les données disponibles, 10 des 16 jeux de données proviennent de villes de plus de 100 000 habitants. La réalisation de jeux de données demande des ressources et des connaissances que tous n'ont pas la possibilité de mettre en place. C'est ce grand nombre de données qui permet de faire des analyses pertinentes et rigoureuses.

La somme des données d'éclairage publics récoltés ici est d'à peine plus d'un millions d'entités. Or l'étude de Samuel Challéat en dénombre 11 millions dans son ouvrage "Sauver la nuit - Comment l'obscurité disparaît, ce que sa disparition fait au vivant, et comment la reconquérir" (éd. Premier parallèle, 2019) ». On observe un manque de couverture géographique et d'exhaustivité des données qui ne permet pas d'avoir une vue complète sur le sujet.

A Paris (figure 14), il est clair que les données sont accessibles et ouvertes, confirmant ainsi leur existence. Cependant, il semble que le projet collaboratif OSM ait ses propres données, ce qui peut entraîner une tentative de recreation à partir de zéro.

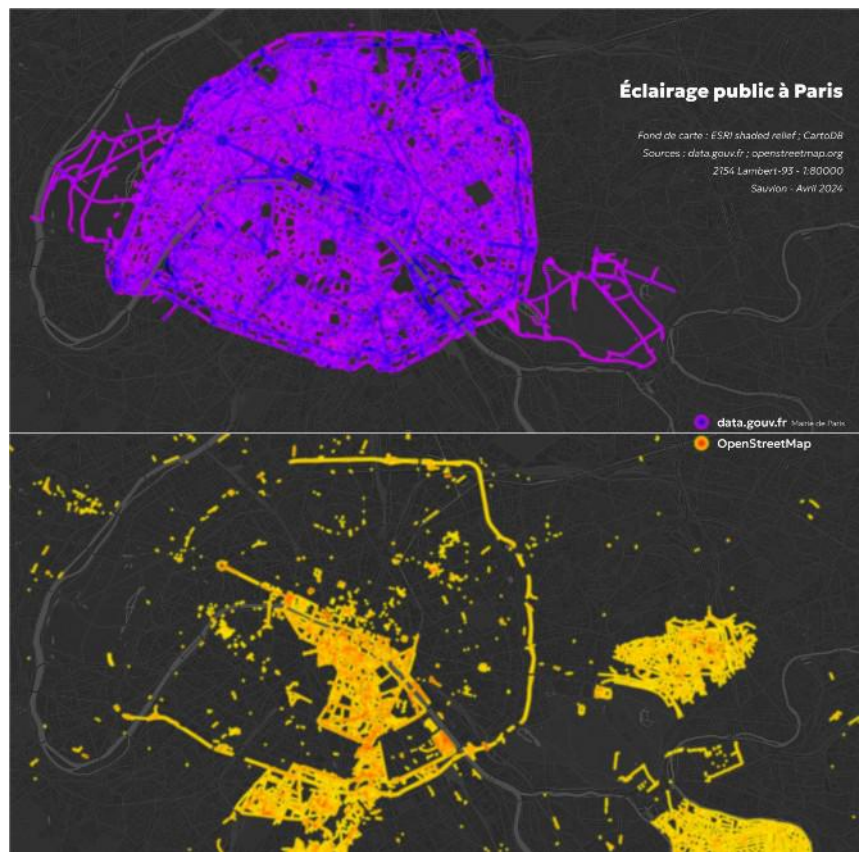


Figure 14: Carte comparant les sources de données d'éclairage à Paris

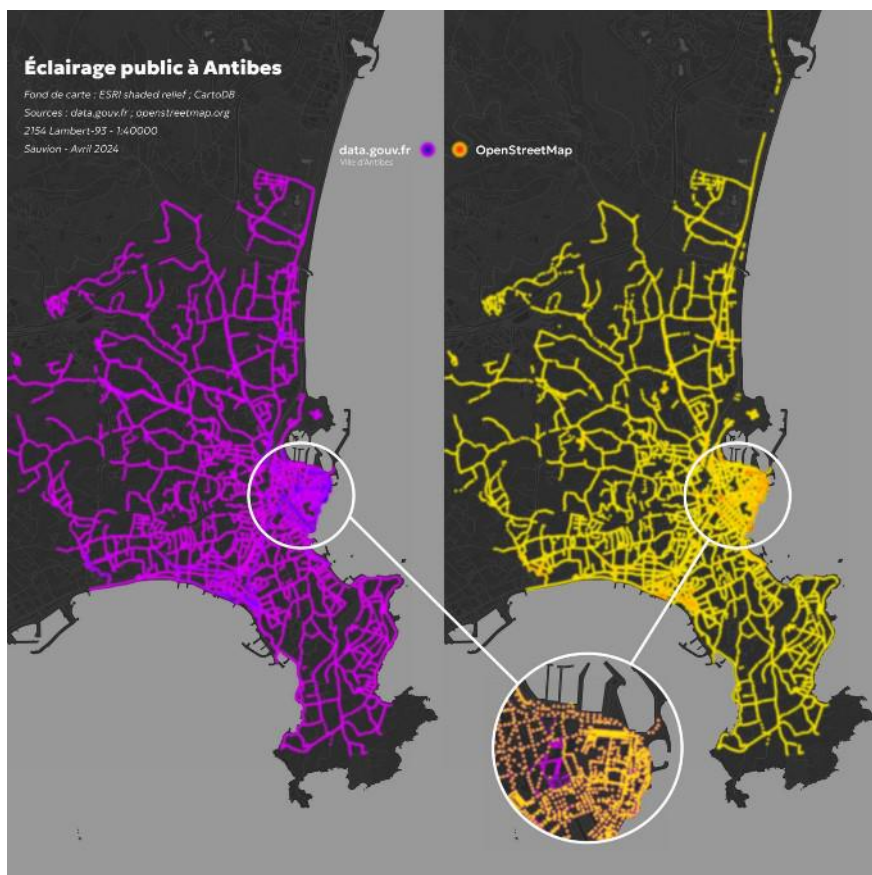


Figure 15: Carte comparant les sources de données d'éclairage à Antibes

A l'inverse, sur la commune d'Antibes (figure 15), les données officielles sont non seulement disponibles, mais elles sont également intégrées au sein du projet collaboratif, facilitant ainsi leur utilisation à une plus grande échelle.

La qualité des données varie en fonction des jeux de données. Ceux-ci sont constitués en fonction des besoins précis et des moyens disponibles pour leurs réalisations et leur exhaustivité. À l'inverse de la quantité de données, la qualité permet d'obtenir des informations pour des analyses ciblées et de haute résolution.

La disponibilité des métadonnées, informations structurées qui décrivent les données elles-mêmes, est essentielle pour évaluer la qualité des données et interpréter correctement les résultats (figure 16)

Qualité des métadonnées :

- ✓ Description des données renseignée
- ✓ Fichiers documentés
- ✓ Licence renseignée
- ✓ Fréquence de mise à jour respectée
- ✓ Formats de fichiers standards
- ⚠ Couverture temporelle non renseignée
- ⚠ Couverture spatiale non renseignée
- ✓ Tous les fichiers sont disponibles

Figure 16: Métadonnées de l'éclairage public de Paris, data.gouv.fr

Dans le cas des données d'OpenStreetMap, elles possèdent de nombreux attributs (157) permettant d'accommoder différentes réutilisations. Néanmoins, la majorité des données disponibles n'ont que très peu de ces attributs renseignés, car il ne faut que 3 attributs minimum pour créer une entité : un identifiant unique, une localisation et le type de la donnée.

2. Résultats de recherche

2.1. Répartition et éclairage public

Sur la carte ci-dessous (figure 17), il est observable qu'à Paris, les concentrations d'individus se trouvent dans des zones dans lesquelles l'éclairage est peu présent, voire absent.

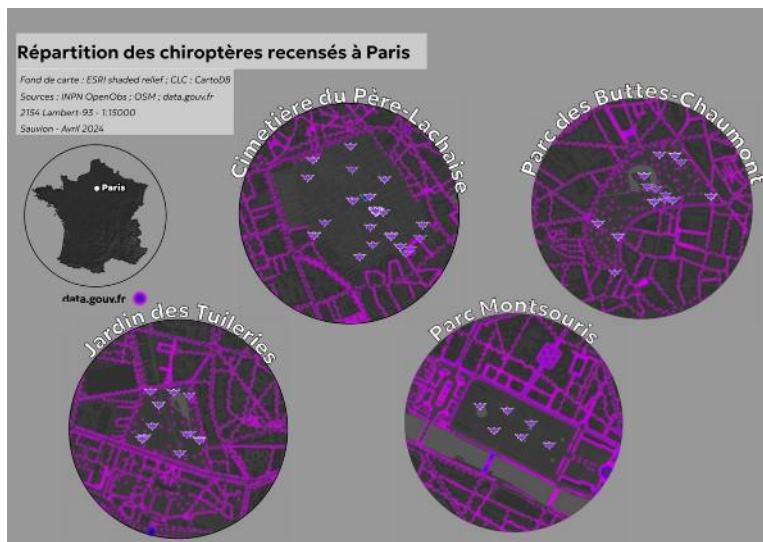


Figure 17: Extrait de la répartition des chiroptères à Paris

Ce constat se retrouve aussi vers Dijon, où aucun individu n'est observé dans la ville même, tandis qu'on en retrouve en quantité dès les zones où l'éclairage est absent (figure 18). On peut admettre que la réserve naturelle alentour influence ce nombre.

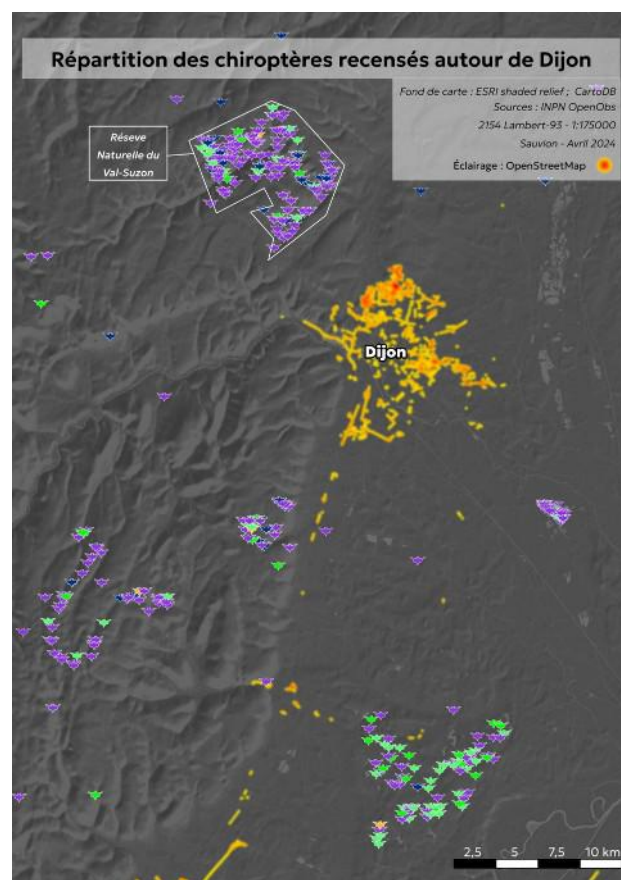


Figure 18: Carte de la répartition des chiroptères autour de Dijon

Néanmoins, on retrouve des chiroptères en plein milieu de zones très éclairées, comme à Toulouse où plusieurs dizaines d'individus ont été repérés (figure 19).

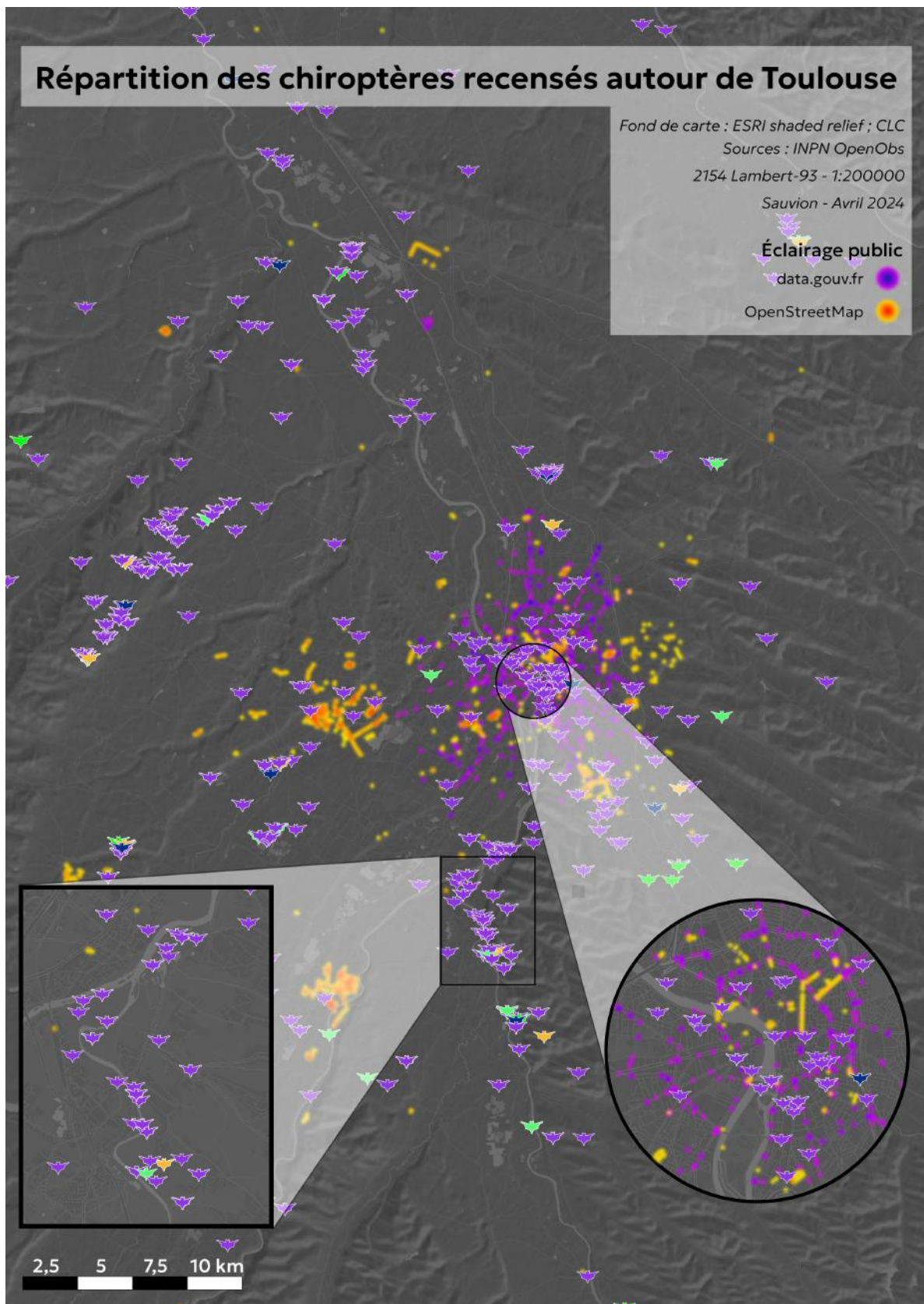


Figure 19: Carte de la répartition des chiroptères autour de Toulouse

Enfin, il a paru important de quantifier cette distance (figure 20).

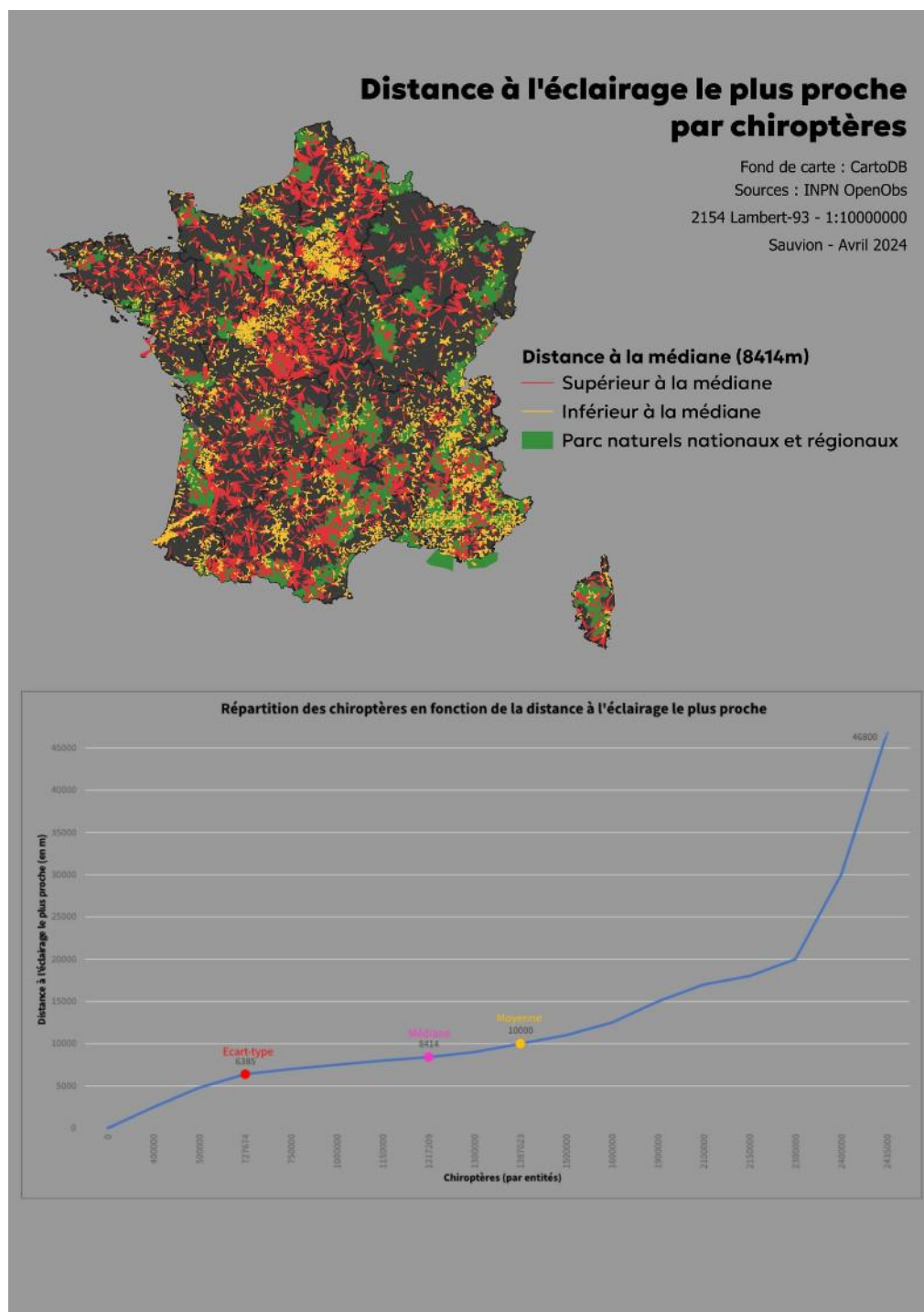


Figure 20: Carte et statistique sur la distance à l'éclairage le plus proche

En médiane, on trouve les individus à 8 km, avec un grand écart entre les individus de ville et de zones moins urbanisées, allant de quelques mètres en ville à près de 50 km pour les autres occupations du sol (observations en forêts, montagnes, zones protégées et/ou peu habitées). On remarque que 1/5 des individus se trouvent en dessous de 5 km, montrant un détachement de la majeure partie des chiroptères face à l'éclairage artificiel.

2.2. Facteur complémentaire : l'occupation des sols

On pourrait dire que ces résultats montrent une certaine distanciation des chiroptères vis-à-vis de l'éclairage, mais on peut ajouter une nuance avec les données d'occupation du sol qui montrent tout autre chose (figure 21 et 22).

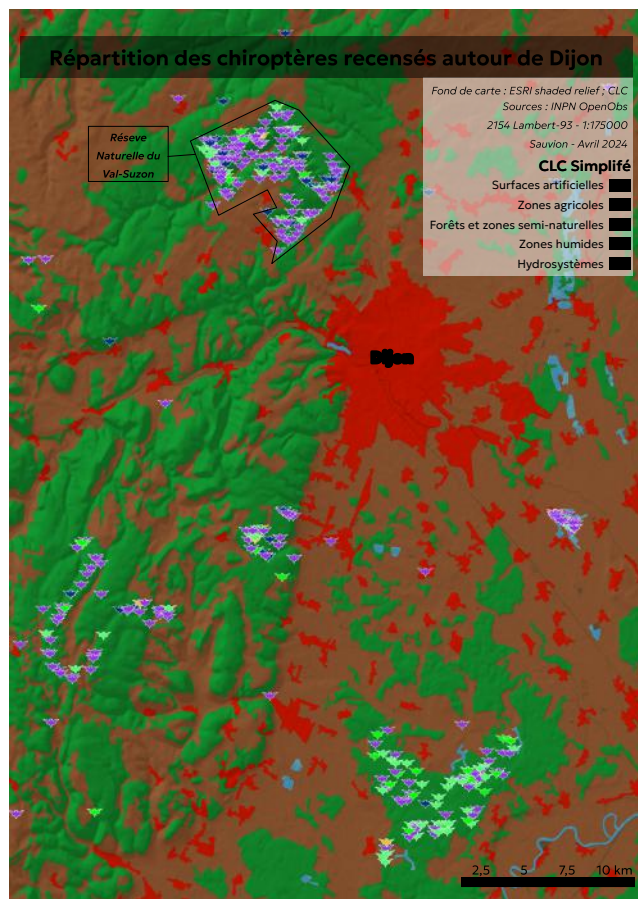


Figure 21: Occupation des sols autour de Dijon

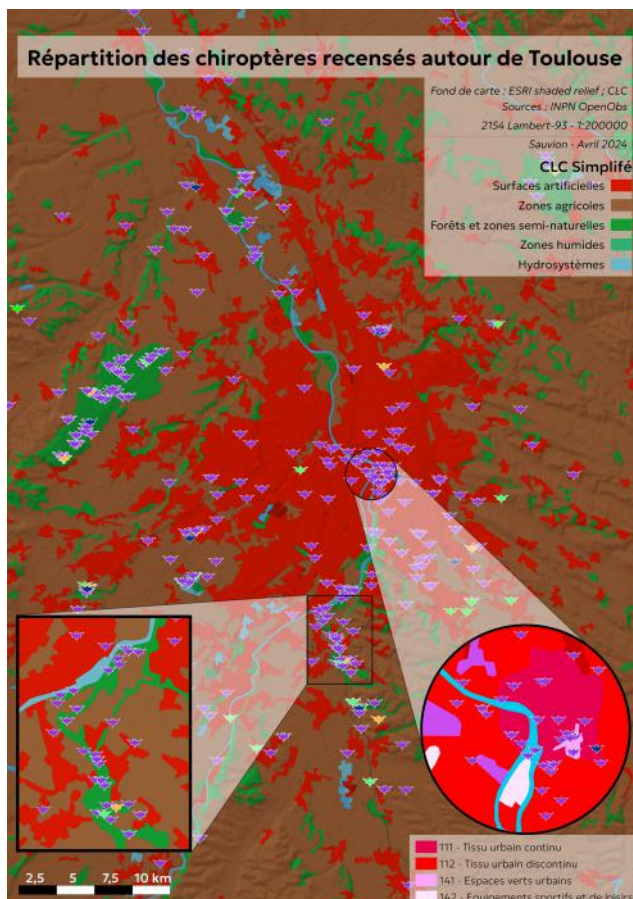


Figure 22: Occupation des sols autour de Toulouse

Il est observable que les lieux dans lesquels il y a des observations de chiroptères sont principalement dans des zones dites de « forêts et semi-naturelles ». La concentration de chiroptères au sud-est de Dijon et dans le centre de Toulouse semble être liée à la présence d'un réseau hydrographique plus ou moins conséquent et des espaces verts associés, montrant le rôle important que jouent les hydrosystèmes dans l'implantation d'une population de chauve-souris.

Ces observations se retrouvent aussi à Annemasse, à l'est de Genève (figure 23). Bien que parfois très proches d'éclairage artificiel, les observations restent dans des zones naturelles.

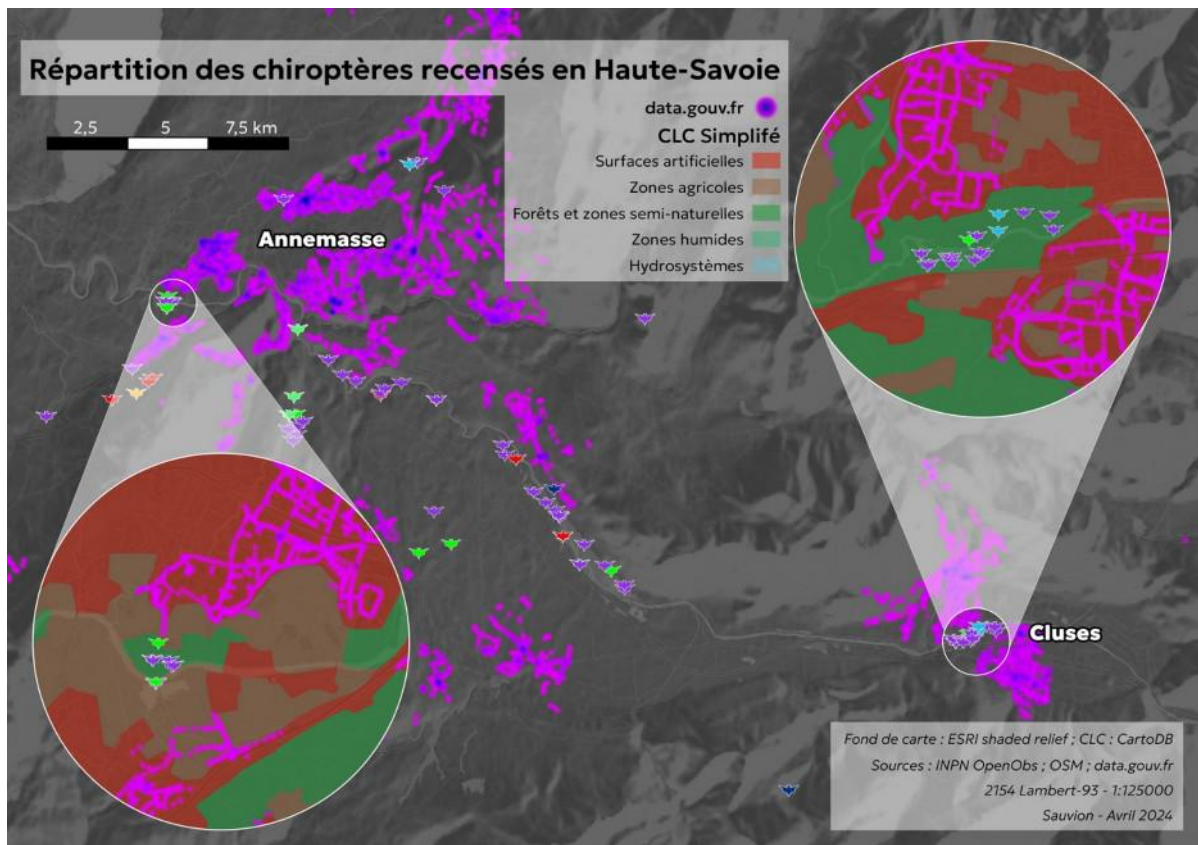


Figure 23: Répartition des chiroptères et occupation des sols autour d'Annemasse

L'exemple de Fontainebleau semble adéquat pour examiner l'influence qu'a l'occupation des sols sur la répartition des chiroptères (figure 24). Une abondance d'individus est retrouvée dans les zones semi-naturelles ou de forêts, quand bien même, il se trouve un espace artificialisé en son centre, dans lequel la même abondance n'est pas retrouvée.



Figure 24: Occupation des sols autour de Fontainebleau

CONCLUSION

Suite aux études du Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation (CESCO) et grâce aux observations citoyennes recueillies par le du Muséum national d'Histoire naturelle et Vigie-Chiro, il apparaît claire que les lumières artificielles perturbent les habitudes de chasse, de navigation et de reproduction des chiroptères. L'excès de lumière peut désorienter les chauves-souris, les éloignant de leurs territoires de chasse traditionnels et réduisant ainsi leurs chances de survie. Ses lumières créent des fragmentations ne permettant plus le brassage génétique nécessaire à la survie de toutes espèces. De plus, elles attirent les insectes et créent de la sur-chasse et une perte de garde-manger. Néanmoins, on remarque que la pollution lumineuse n'est pas le seul facteur impactant les chiroptères. Les espaces naturels fournissent également des conditions environnementales plus stables permettant aux chauves-souris de maintenir leurs cycles de vie naturels.

Travailler avec des données ouvertes présente des avantages indéniables, mais aussi quelques inconvénients à considérer. D'un côté, l'accès libre aux données favorise la transparence et la collaboration, réduisant les coûts de recherche et encourageant l'innovation. Cependant, la qualité et la fiabilité des données peuvent varier. La disponibilité des données peut être limitée par domaines, régions géographiques ou manque de prospection. Un autre défi majeur est le manque de standards pour les données d'une même thématique, ce qui peut compliquer leur utilisation et leur comparabilité entre différentes sources.

Il est essentiel de reconnaître ces avantages tout en étant conscient des défis potentiels et en adoptant des pratiques responsables dans l'utilisation et la diffusion des données ouvertes.

Tout au long de ce projet, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances en géomatique appliquée à l'environnement. J'ai appris à manipuler un très grand nombre de données et à adapter mes méthodes de travail en conséquence, en créant des chaînes de traitement automatisées complexes (géo-référencement, extraction, requêtes spatiales et attributaire, gestion des données,). Ce projet m'a permis de réaliser des analyses cartographiques et statistiques croisées sur des données de thèmes différents.

J'adresse mes remerciements à l'équipe pédagogique de l'ENSG ainsi qu'à mes collègues pour leur aide précieuse.