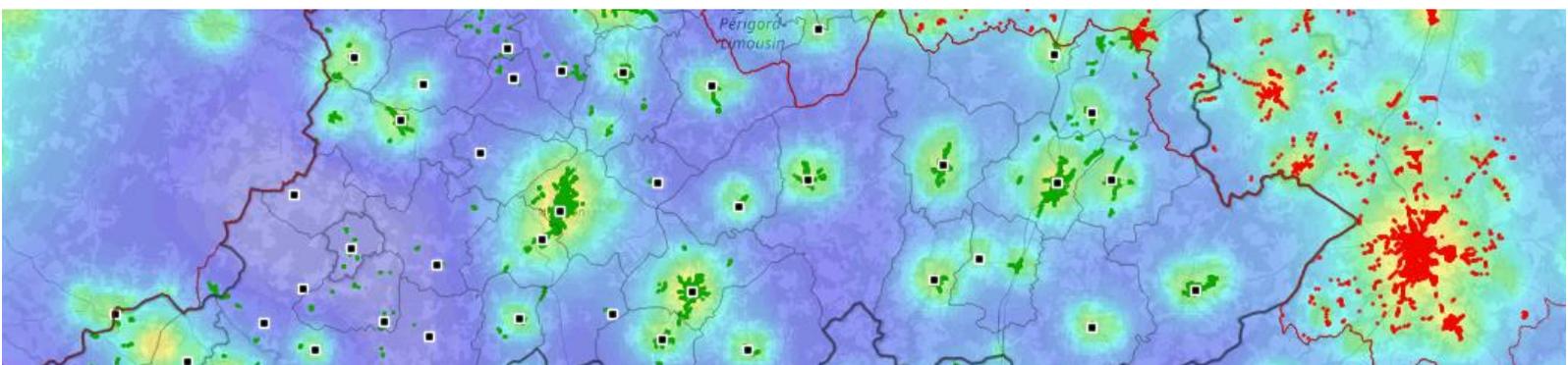




PNR Périgord-Limousin

Accompagnement du projet de labellisation « Réserve Internationale de Ciel Etoilé »



Rapport final

14 avril 2021 – Version 1.0



DarkSkyLab
3 rue Romiguières
31000 Toulouse

06 42 44 81 60
info@darkskylab.com

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Analyse des points lumineux.....	3
	2.1 Données fournies	3
	2.2 Statistiques sur les points lumineux des PNR.....	5
	2.2.1 Types de lampe	5
	2.2.2 Puissances	13
	2.3 Inventaire des points lumineux	16
3	Analyse des extinctions	17
4	Analyse des mesures de qualité de ciel	21
	4.1 Le système Ninox.....	21
	4.2 Définition de la brillance du fond de ciel	22
	4.3 Interprétation des courbes Ninox.....	22
	4.3.1 Courbes unitaires.....	22
	4.3.2 Influence de la Lune.....	23
	4.3.3 Analyse statistique des mesures Ninox.....	24
	4.4 Mesures réalisées sur le terrain	26
	4.5 Diagrammes pour les différents sites	31
	4.5.1 Histogrammes de densité	31
	4.5.2 Histogrammes de magnitude	38
	4.6 NSB en cœur de nuit.....	42
	4.7 Meilleures nuits sur certains sites.....	45
5	Simulation de la pollution lumineuse	46
	5.1 Simulation en cœur de nuit.....	47
	5.2 Simulation en extrémité de nuit	48
6	Evaluation d'une zone cœur de RICE	50
	6.1 Scénario 1.....	52
	6.2 Scénario 2.....	53
7	Conclusion.....	56

1 Introduction

Ce rapport a pour objectif de présenter les résultats obtenus dans le cadre du projet d'étude de la pollution lumineuse sur le territoire du Parc naturel régional Périgord-Limousin en vue d'une labellisation « *Réserve Internationale de Ciel Etoilé* » (RICE). Il est articulé autour des thèmes suivants qui sont présentés dans les différentes sections de ce document :

- La collecte des données de points lumineux qui a pu être réalisée sur les départements de la Dordogne et de la Haute-Vienne et les statistiques qui ont été produites sur cette base dans l'empreinte du Parc naturel régional ;
- L'analyse des extinctions à partir des données de radiance satellite sur le territoire du Parc naturel régional ;
- Les mesures de luminance de ciel réalisées au cours du projet avec les systèmes de mesure Ninox fournis par DarkSkyLab ;
- Les simulations de la pollution lumineuse dans deux situations : une en cœur de nuit après extinction de l'éclairage public des communes qui ont adopté cette pratique et une en extrémités de nuit sans extinction ;
- Une première détermination de ce qui pourrait être une zone cœur de RICE sur le territoire en définissant un scénario d'extinction et en réalisant une prédiction de la situation en cœur de nuit par simulation.

2 Analyse des points lumineux

2.1 Données fournies

Dans le cadre du projet, le SEHV pour la Haute-Vienne et le SDE24 pour la Dordogne ont fourni des données de points lumineux. Le tableau ci-dessous résume les données fournies (*PL* signifie *points lumineux* dans le tableau) :

Parc	Département	Communes PNR (2019)	PL fournis	PL sur le PNR	Format	Commentaire
Périgord-Limousin	Dordogne	43	83 016	6 356*	CSV	Couvre a priori tout le département de la Dordogne (sauf la commune de Périgueux) et donc toutes les communes du PNR.
	Haute-Vienne	31	36 444	3 025	CSV	Ne couvre qu'une partie du département de la Haute-Vienne. Sur le PNR, seules 18 communes disposent des points lumineux (13 n'ont pas de points lumineux associés).

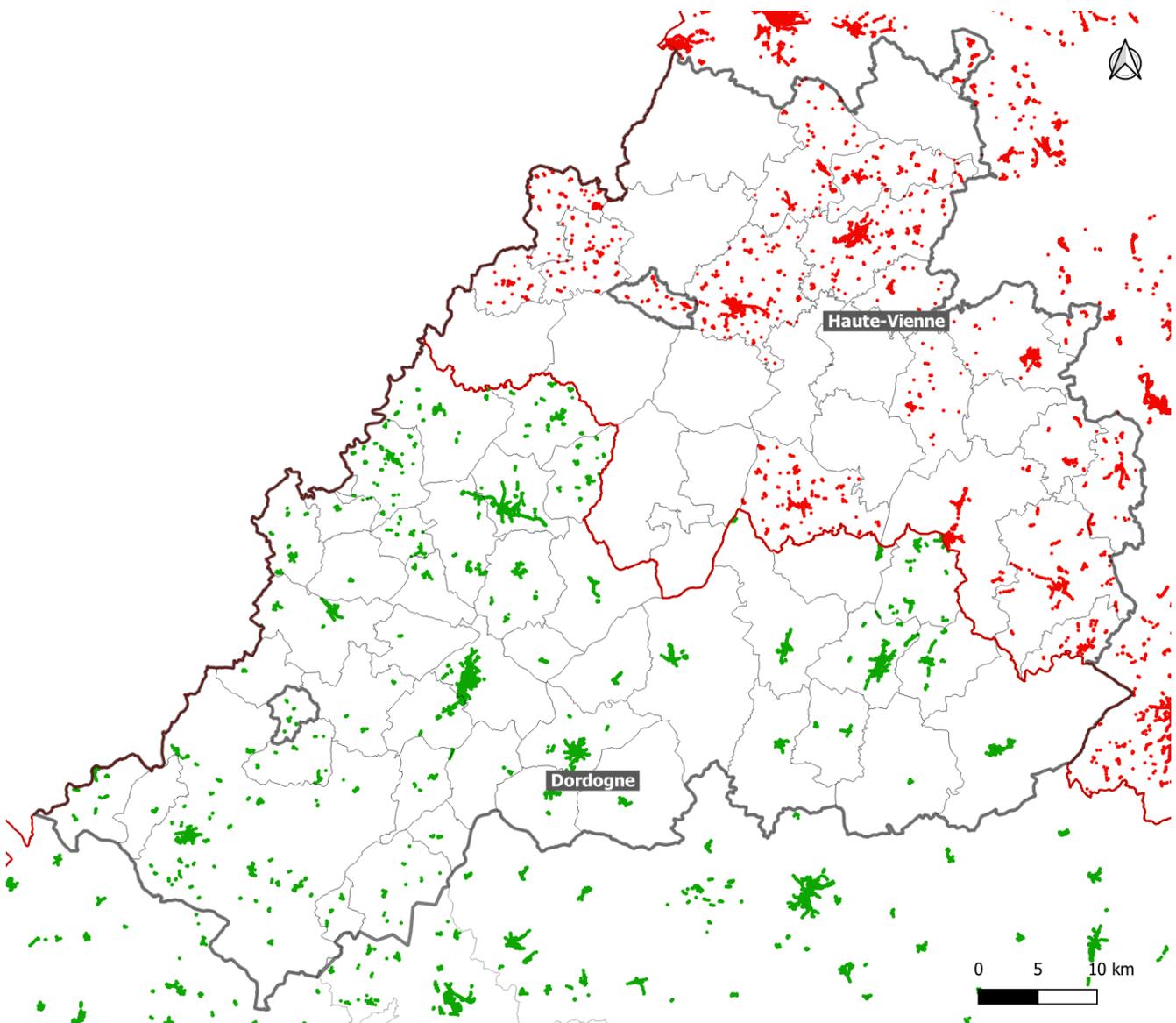
* Ce total inclut les points lumineux de la commune de Brantôme-en-Périgord qui se situent en-dehors des limites du Parc Naturel Régional (seule une partie du territoire de la commune fait partie du PNR Périgord-Limousin).

Le tableau ci-dessous fournit quelques observations sur les données de points lumineux qui ont été fournies. Elles pourront être utiles pour les organismes en charge de la gestion des bases de données de points lumineux.

Parc	Département	Observations sur la qualité des données
Périgord-Limousin	Dordogne	La base de données est assez homogène en termes de type de lampe mais les champs sont mal conçus avec un seul champ qui regroupe (avec une syntaxe inhomogène) le type de lampe, la puissance ainsi que d'autres informations. Cela

	rend l'exploitation des données difficile. Il serait nécessaire de restructurer la base de données pour une utilisation plus efficace.
Haute-Vienne	Les noms des communes ne sont pas fournis et il faut les rechercher au travers des codes INSEE qui eux sont fournis. Les coordonnées sont exprimées dans le système de projection EPSG:2154 ce qui nécessite une transformation en EPSG:4326. Les types de lampe sont fournis dans une syntaxe extrêmement inhomogène (100 dénominations différentes) avec parfois des dénominations très peu explicites, ce qui pose des difficultés et introduit des risques d'erreur.

Le carte ci-dessous montre les points lumineux positionnés sur les limites des communes du PNR (en vert les points lumineux sur les communes de Dordogne et en rouge les points lumineux sur les communes de Haute-Vienne). La limite entre les deux départements est tracée en rouge et le contour du Parc naturel régional Périgord-Limousin est indiqué par le trait fort en gris-foncé.



Points lumineux fournis (en vert les points lumineux sur les communes de Dordogne et en rouge les points lumineux sur les communes de Haute-Vienne)

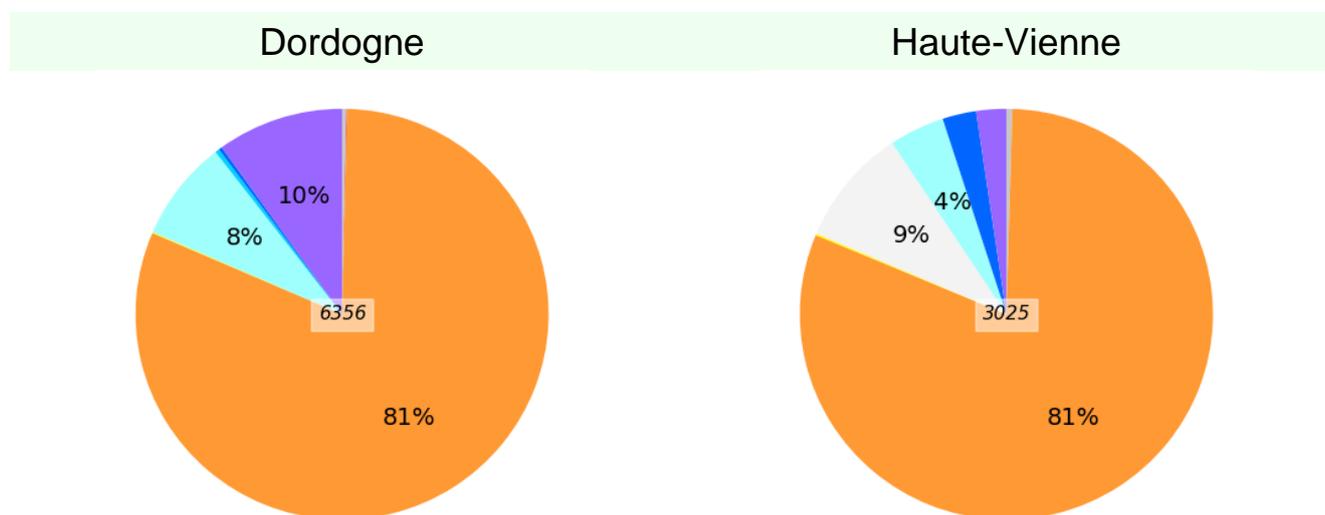
On peut constater que des points lumineux sont manquants sur certaines communes de Haute-Vienne appartenant au PNR.

2.2 Statistiques sur les points lumineux des PNR

2.2.1 Types de lampe

- Inconnu
- Sodium basse pression
- Sodium haute pression
- Incandescence
- Halogène
- Ballon fluo
- Halogénures métalliques
- Tube fluorescent
- Fluo-compacte
- Induction
- LED

Les données de points lumineux fournies permettent de produire des statistiques globales ainsi que par commune sur le territoire du Parc naturel régional. La statistique la plus significative concerne les types des lampes utilisées. Les deux diagrammes ci-dessous montrent la répartition globale par type de lampe pour les communes du PNR, ceci pour chacun des deux départements sur lesquels le PNR a une emprise et pour lesquels les points lumineux sont disponibles. Les couleurs utilisées pour les différents types de lampe sont fournies dans la légende ci-contre.



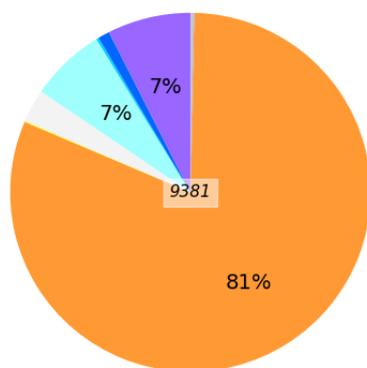
On peut observer une forte prédominance des lampes sodium haute-pression sur les deux départements (environ 80% des parcs d'éclairage) et une présence significative des lampes « ballon fluo » sur la Haute-Vienne mais pas sur la Dordogne. La fraction de lampe « ballon fluo » en Haute-Vienne est à peu près dans la moyenne nationale (qui était de 13% de ballons fluo en 2015 avec une décroissance régulière depuis). La vente de ce type de lampe à vapeur de mercure est interdite depuis le 13 avril 2015 et la rénovation de la fraction des parcs d'éclairage qui utilise cette technologie est à envisager en priorité.

Il est important de noter qu'il n'y a aucune lampe « ballon fluo » déclarée dans la base de données des points lumineux pour la Dordogne. Dans la version préliminaire de ce rapport, une interprétation incorrecte d'un champ de la base de données laissait croire qu'il existait un nombre important de lampes « ballon fluo » sur ce territoire (l'indication « VM » désignait des lampes sodium haute-pression et non pas des lampes à vapeur de mercure de type « ballon fluo » comme cela est généralement constaté dans les bases de données de nombreux autres territoires).

Les deux tableaux suivants fournissent les proportions détaillées par type de lampe sur les deux départements :

Dordogne		Haute-Vienne	
Types de lampe (%)	Total	Types de lampe (%)	Total
Inconnu	0,5%	Inconnu	0,3%
Sodium basse pression		Sodium basse pression	0,1%
Sodium haute pression	80,8%	Sodium haute pression	81,1%
Incandescence		Incandescence	
Halogène	0,1%	Halogène	0,1%
Ballon fluo	9,3%	Ballon fluo	
Halogénures métalliques	4,3%	Halogénures métalliques	7,9%
Tube fluorescent		Tube fluorescent	0,3%
Fluo-compacte	2,6%	Fluo-compacte	0,3%
Induction		Induction	
LED	2,3%	LED	9,9%

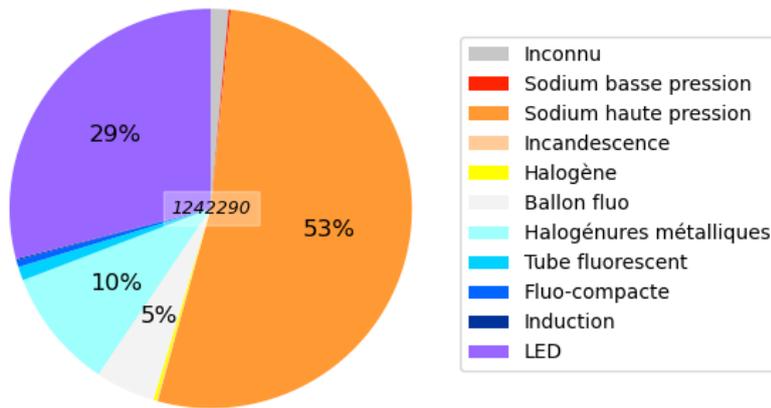
On remarque que la proportion de dispositifs à base de LED est assez différente entre les deux départements (respectivement 2,3% et 9,9% pour les communes du PNR en Dordogne et en Haute-Vienne). Les communes de la Dordogne ont tout juste entamé une rénovation et une migration vers de nouvelles technologies d'éclairage alors que ce processus est déjà un peu plus avancé en Haute-Vienne. On peut aussi constater la faible part de lampes à halogénures métalliques (respectivement 4,3% et 7,9%).



La figure ci-contre montre les ratios des différents types de lampe pour l'ensemble du Parc naturel régional Périgord-Limousin. Les lampes de type « ballon fluo » ne concernent que 3% du parc d'éclairage ce qui est faible, surtout si l'on considère qu'il n'y a pas eu de remplacement massif de ces lampes par des systèmes LED. La faible proportion de LED est un point plutôt positif au regard du projet en cours dans la mesure où les systèmes installés avant la nouvelle réglementation sont en général à haute température de couleur, c'est-à-dire non conformes aux exigences d'une RICE.

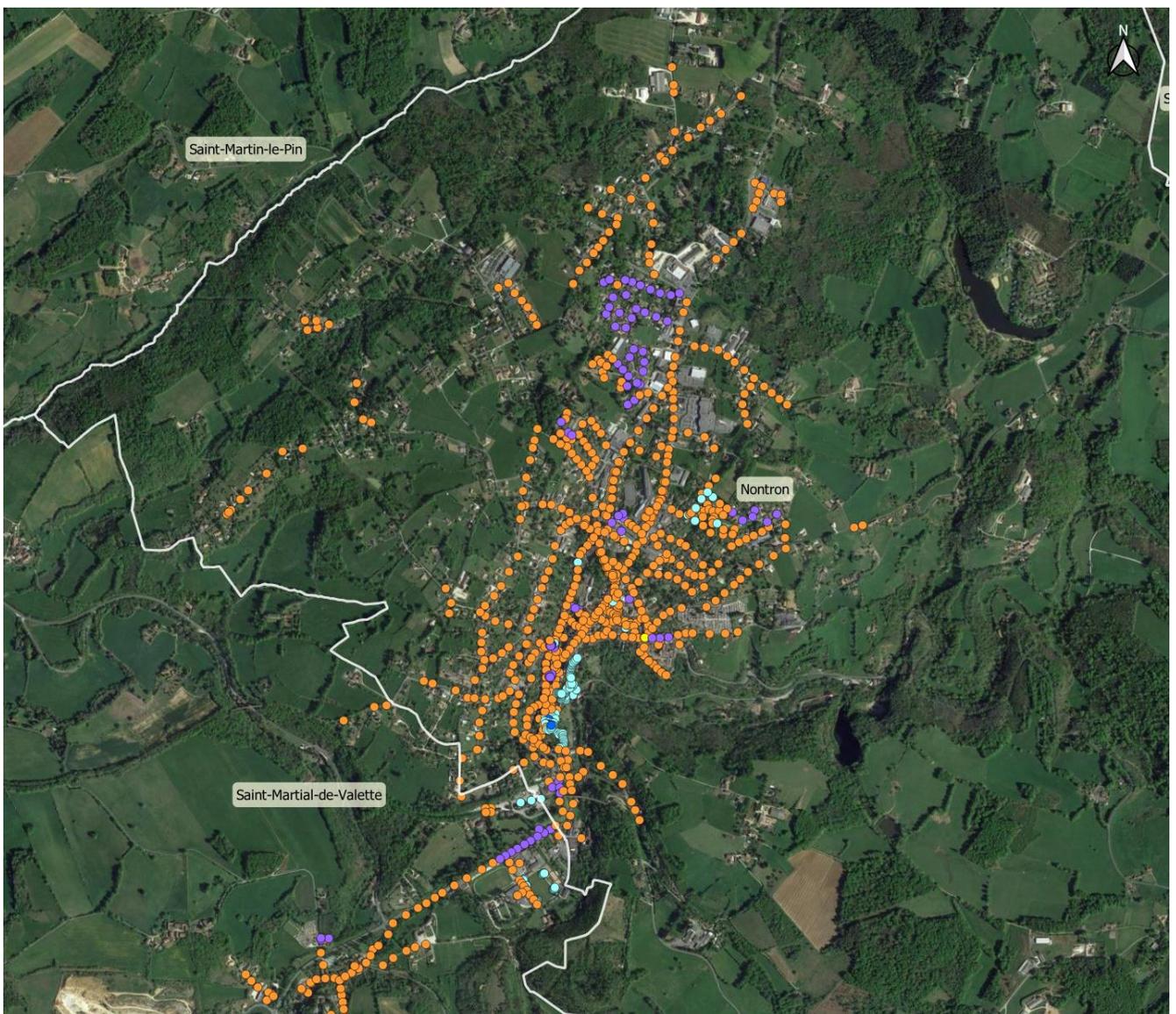
DarkSkyLab a pu réunir au fil des années un nombre significatif de points lumineux sur le territoire français (1 242 290 points lumineux représentant donc un peu plus de 10% du parc français d'éclairage public). Ces données, issues de sources très variées, ne sont pas toutes très récentes et il faut donc les voir comme une statistique approximative d'un état du parc autour de l'année 2018. Le diagramme et le tableau suivants fournissent les statistiques obtenues sur ce parc global par types de lampe, ce qui permet de comparer la situation du PNR à cet échantillon représentatif du parc français en 2018 :

Types de lampes (sur 10% du parc français)



Types de lampe (%)	Total
Inconnu	1,4%
Sodium basse pression	0,2%
Sodium haute pression	52,7%
Incandescence	0,1%
Halogène	0,3%
Ballon fluo	4,8%
Halogénures métalliques	9,7%
Tube fluorescent	1,1%
Fluo-compacte	0,6%
Induction	0,1%
LED	29,1%

On peut remarquer que les lampes à sodium haute pression sont utilisées en Dordogne et en Haute-Vienne (sur l’empreinte du PNR) selon un ratio supérieur à celui de cet échantillon représentant l’éclairage en France en 2018. De plus, le ratio de dispositifs à base de LED est plus faible sur ces territoires que dans cet échantillon représentatif.



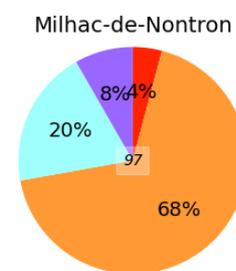
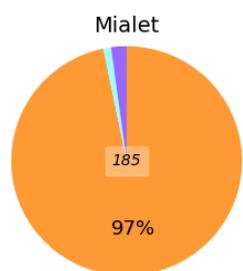
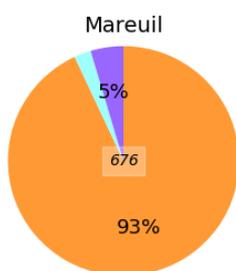
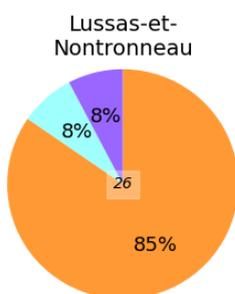
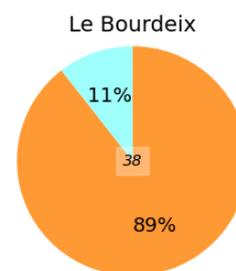
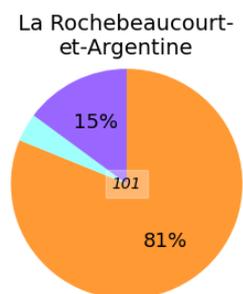
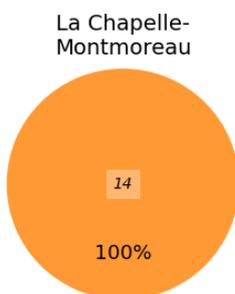
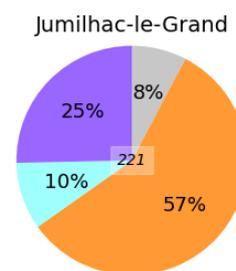
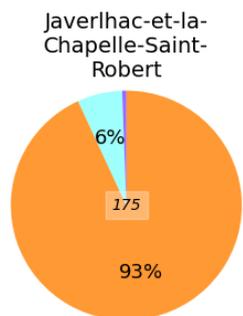
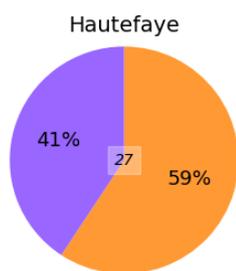
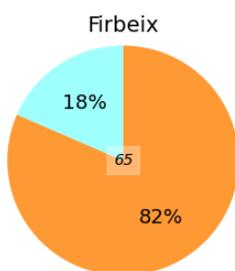
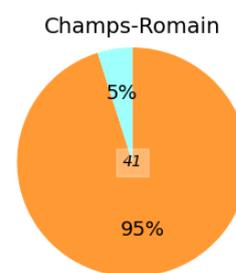
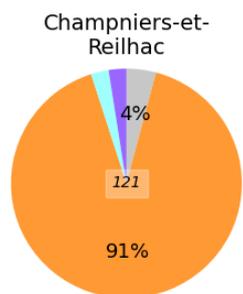
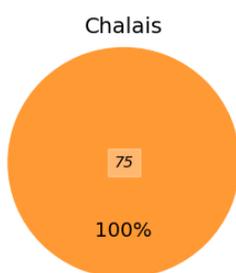
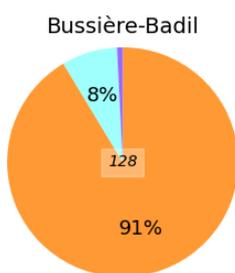
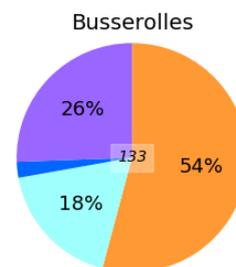
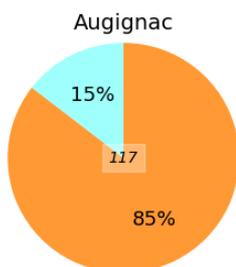
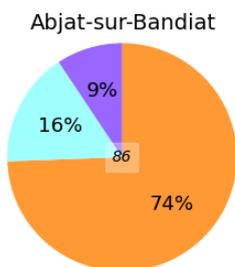
Parc d’éclairage de la commune de Nontron

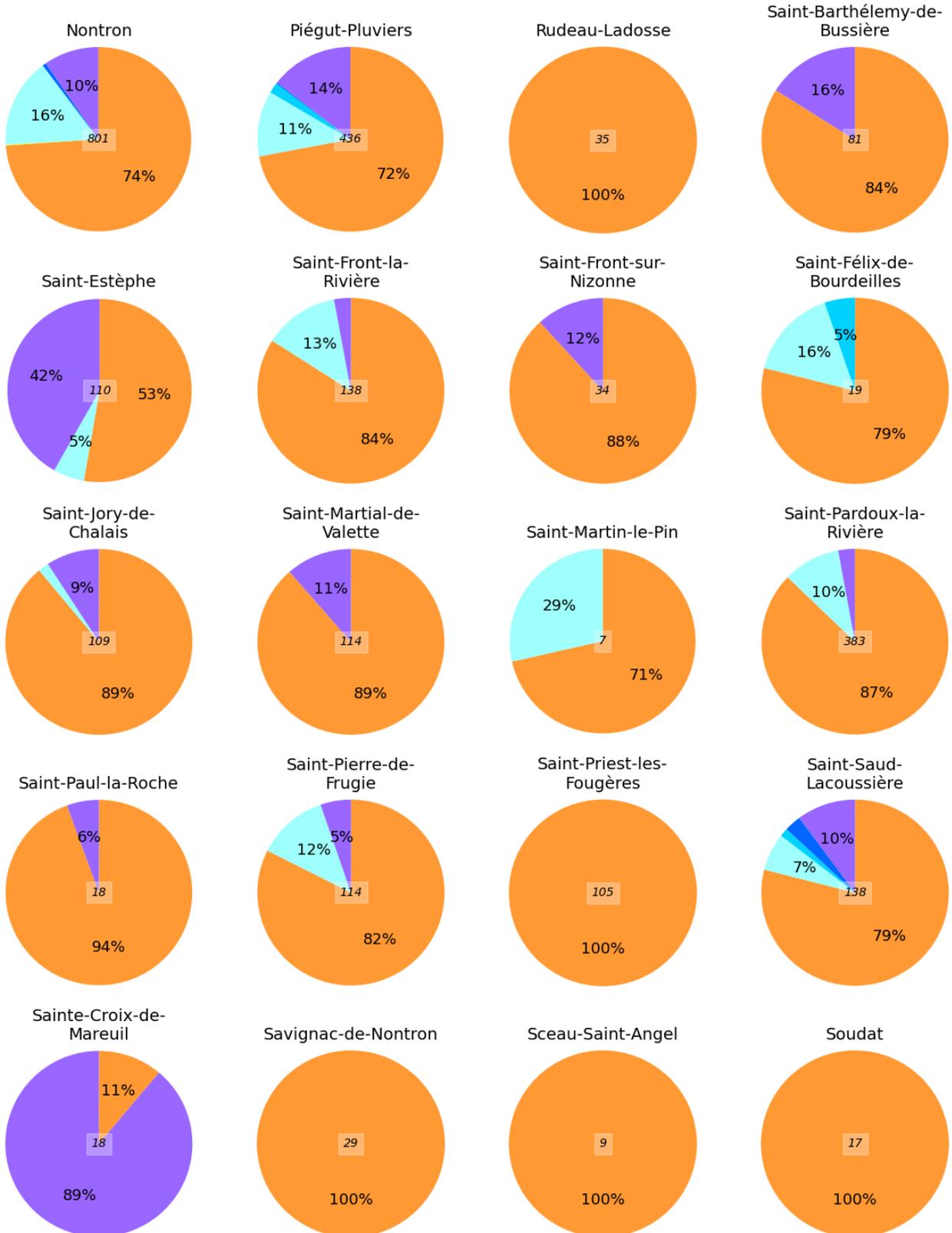
La carte ci-dessus montre à titre d'exemple l'implantation des points lumineux sur la commune de **Nontron-en-Dordogne**. On peut constater que le parc d'éclairage de la commune est essentiellement constitué de lampes sodium haute-pression (en orange) et qu'une partie du parc a entamé une conversion vers des systèmes à base de LED (en violet). Les codes couleur utilisés sont les mêmes que pour les diagrammes ci-dessus.

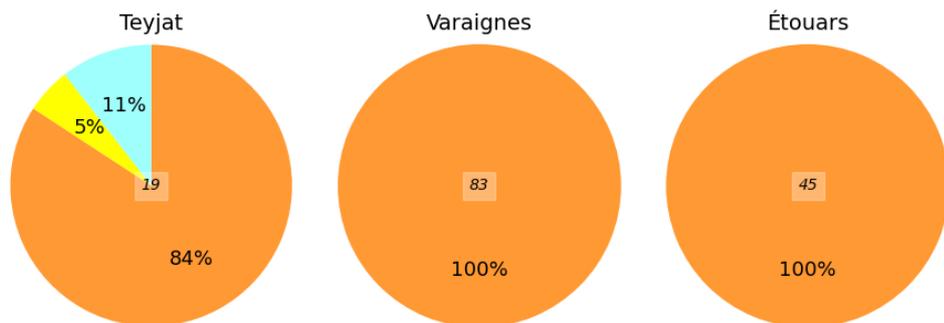
Les cartes détaillées de toutes les communes du PNR sont bien sûr disponibles sur simple demande.

Les graphiques présentés sur les pages suivantes fournissent les répartitions par type de lampe pour toutes les communes du PNR sur le département de la Dordogne puis sur le département de la Haute-Vienne. Le nombre de points lumineux par commune est indiqué au centre de chaque diagramme. On peut noter à la fois une forte prédominance des lampes à sodium haute-pression et une grande variété des situations selon les communes pour le reste des parcs d'éclairage.

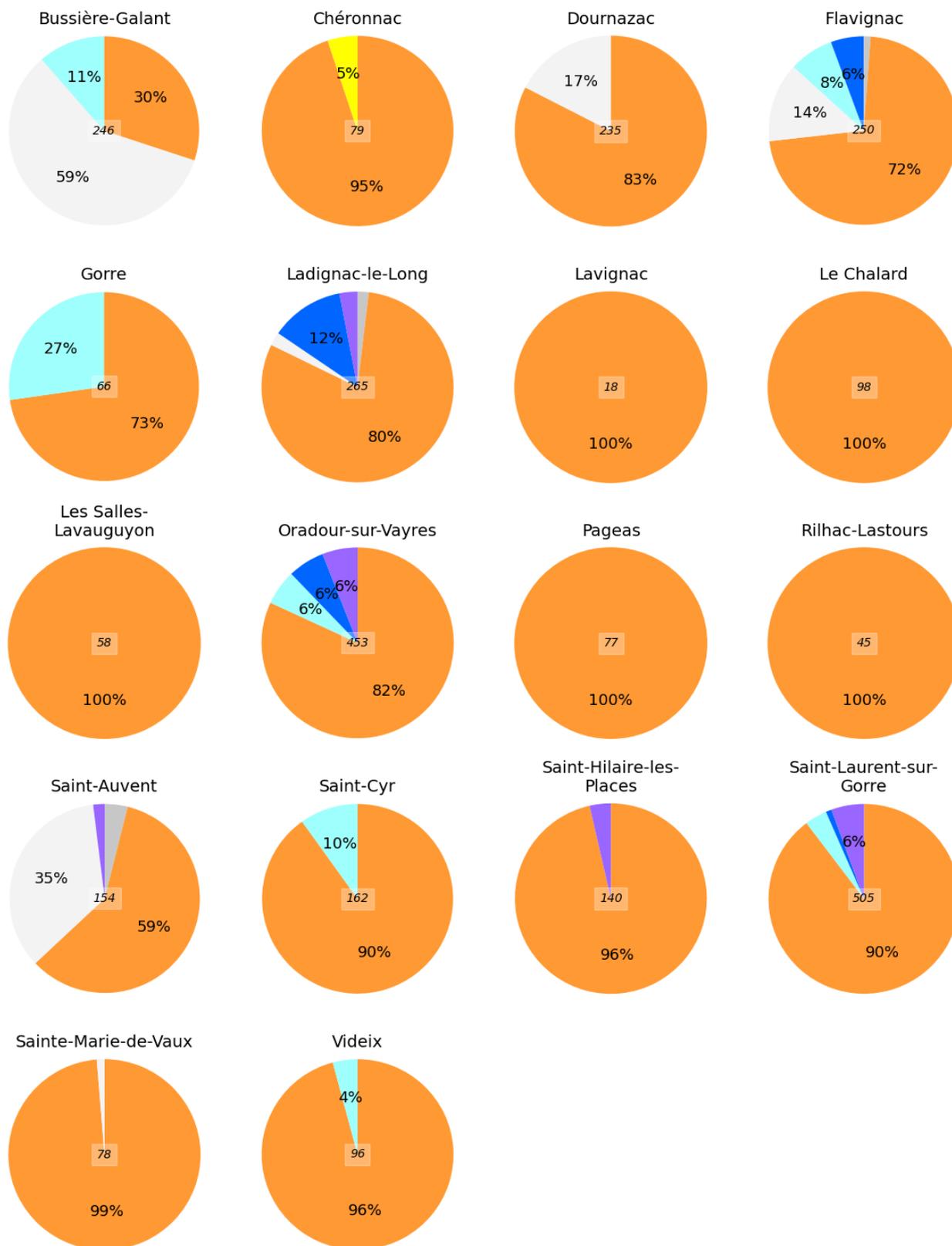
Dordogne







Haute-Vienne

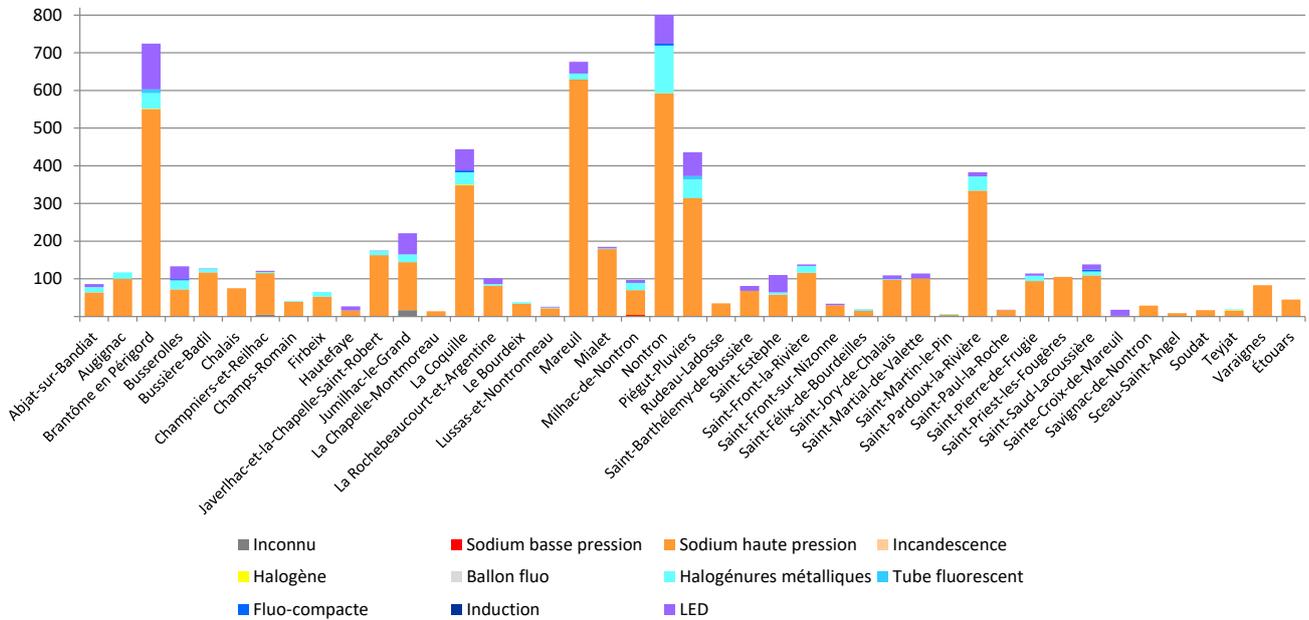


On peut constater que certaines communes sont encore entièrement équipées de sodium haute-pression, ce qui dans le cadre de la constitution d'une RICE est plutôt un avantage (température de

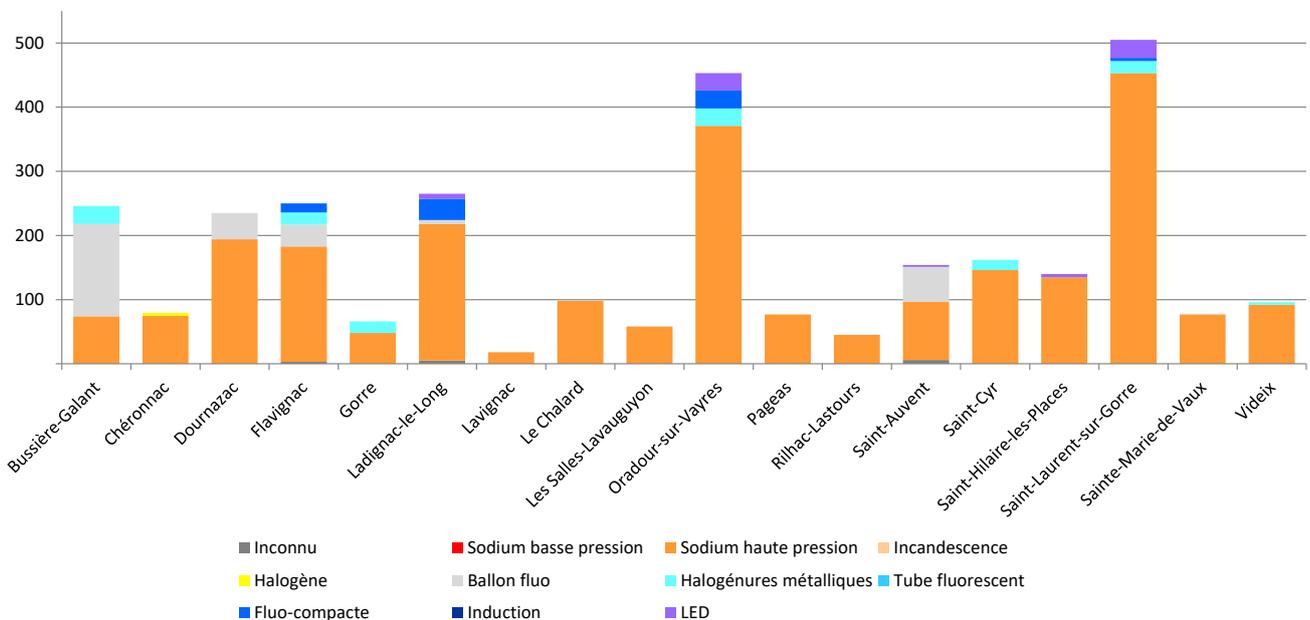
couleur basse) sachant que la migration vers des technologies LED pourra être bien maîtrisé aussi bien au niveau des ULR que des températures de couleur.

Les deux histogrammes ci-dessous fournissent les mêmes statistiques sur les types de lampe tout en permettant de comparer l'importance des parcs d'éclairage.

Dordogne - Types de lampe



Haute-Vienne - Types de lampe

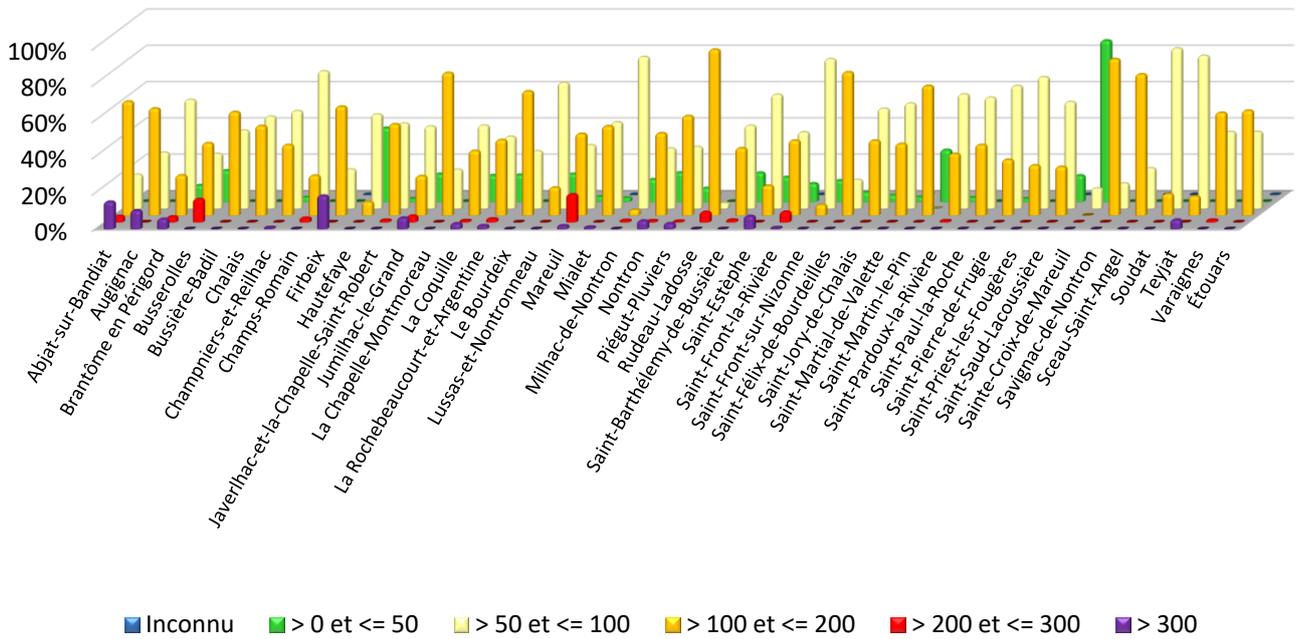


2.2.2 Puissances

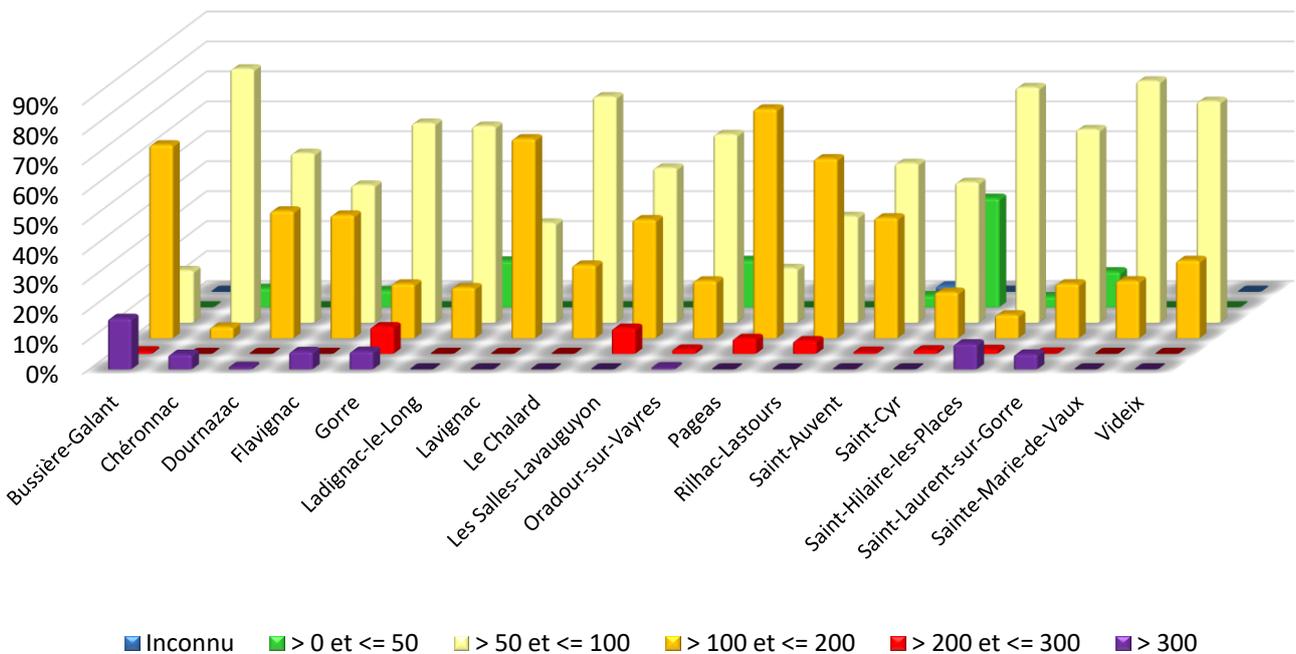
Les données de points lumineux fournies permettent aussi d'obtenir des statistiques sur les puissances installées. Les histogrammes ci-dessous montrent la répartition des puissances par commune en définissant 5 classes énergétiques : entre 0 et 50W (vert), 50 et 100 W (jaune clair), 100 et 200 W

(orange), 200 et 300 W (rouge) et plus de 300 W (violet), ceci pour les deux départements de la Dordogne et de la Haute-Vienne (et là aussi uniquement pour les communes sur l'emprise du PNR).

Dordogne - Histogramme des puissances

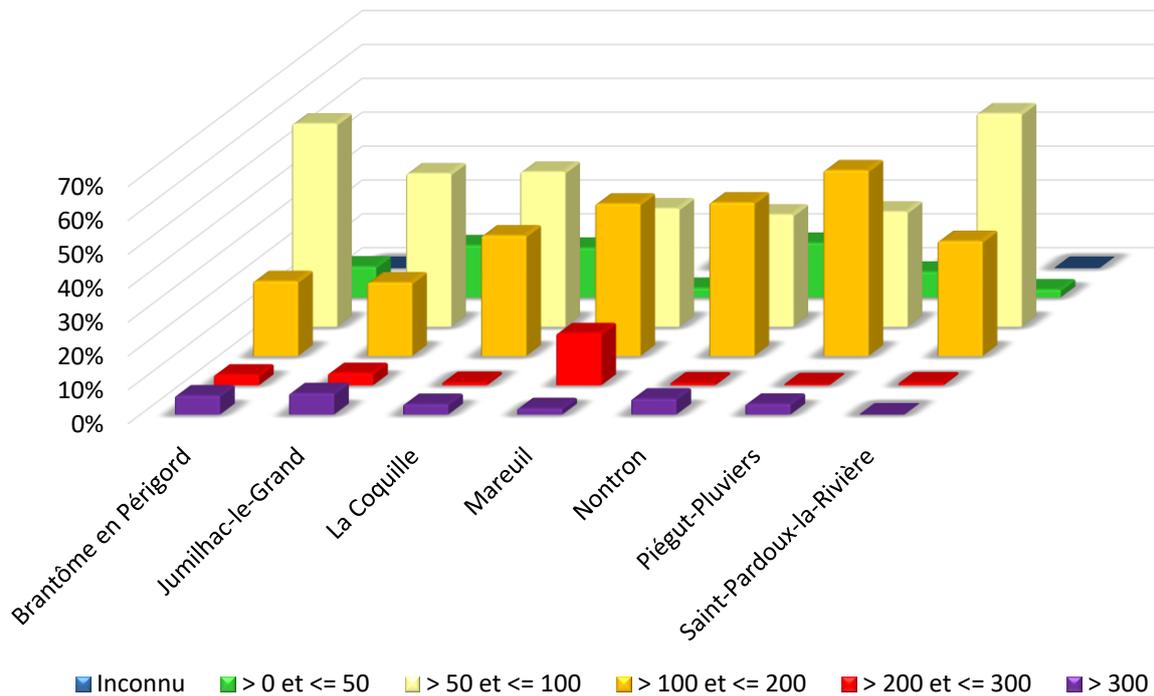


Haute-Vienne - Histogramme des puissances



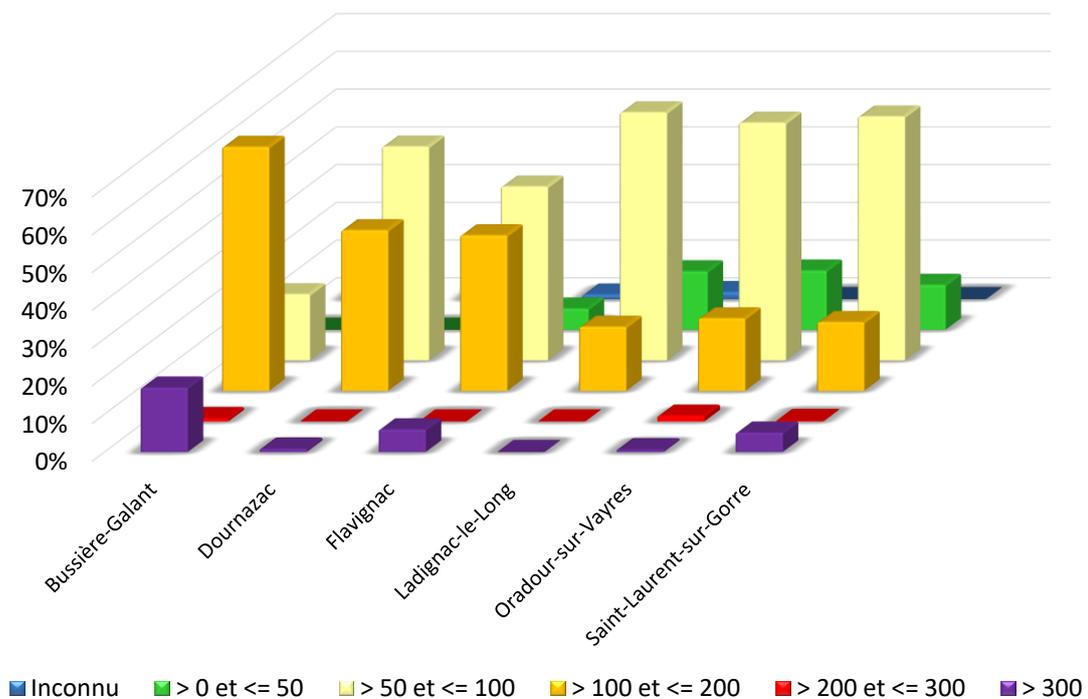
Il y a bien sûr une grande variété de nombre de points lumineux pour les communes concernées, ce que ne montrent pas les histogrammes ci-dessus. Les diagrammes suivants montrent la situation pour les communes qui ont 200 points lumineux ou plus :

Dordogne - Histogramme des puissances (communes > 200 pl)



Certaines communes en Dordogne ont des ratios de puissances élevés plus importants que d'autres, par exemple Piégut-Pluviers avec environ 55% des lampes qui font plus de 100W.

Haute-Vienne - Histogramme des puissances (communes > 200 pl)



En Haute-Vienne, la commune de Bussière-Galant se distingue des autres avec 65% de lampes de plus de 100W (pour un total de de 246 points lumineux) et un ratio significatif de lampes de plus de 300W (utilisées probablement pour des éclairages de terrains de sport).

2.3 Inventaire des points lumineux

Dans le cadre de la constitution d'un dossier de labélisation RICE, il est a priori demandé de fournir un inventaire exhaustif et détaillé de tout le parc d'éclairage (sans nécessité toutefois de fournir la géolocalisation des points lumineux). Il sera donc nécessaire de réaliser cet inventaire sur les territoires des communes pour lesquelles le SEHV n'a pas pu fournir de données et, le cas échéant, de compléter la base de données existante (en particulier les informations manquantes sur les ULR).

Le tableau ci-dessous fournit la liste des communes pour lesquelles aucune donnée d'éclairage public n'a été fournie en Haute-Vienne :

Champagnac-la-Rivière	Maisonnais-sur-Tardoire
Champsac	Marval
Châlus	Pensol
Cognac-la-Forêt	Rochechouart
Cussac	Saint-Mathieu
La Chapelle-Montbrandeix	Vayres
Les Cars	

Les tableaux ci-dessous présentent une analyse globale de la base de données fournies par le SEHV et par le SDE24. L'extrapolation du ratio points lumineux par habitant permet de donner une estimation du nombre de points lumineux manquants en Haute-Vienne pour lesquels un complément de travail sera nécessaire afin de compléter l'inventaire exhaustif.

<i>Commune PNR Périgord-Limousin en Haute-Vienne</i>	
Nombre de communes avec points lumineux	18
Nombre de communes sans points lumineux	13
Nombre de points lumineux	3025
Nombre d'habitants des communes avec points lumineux	12833
Nombre d'habitants des communes sans points lumineux	13459
Ratio nombre de points lumineux par habitant	0,236
Ratio habitants par point lumineux	4,242
Estimation du nombre de points lumineux manquants	3173

<i>Commune PNR Périgord-Limousin en Dordogne</i>	
Nombre de communes avec points lumineux	43
Nombre de communes sans points lumineux	0
Nombre de points lumineux	6356
Nombre d'habitants des communes avec points lumineux	26245
Nombre d'habitants des communes sans points lumineux	0
Ratio nombre de points lumineux par habitant	0,242
Ratio habitants par point lumineux	4,129
Estimation du nombre de points lumineux manquants	0

On constate que le ratio « nombre de points lumineux par habitant » est à peu près similaire en Haute-Vienne et en Dordogne (0,236 et 0,242). Comparé à d'autres territoires sur des Parcs naturels régionaux, ces deux ratios sont plutôt bas (ils sont souvent compris entre 0,4 et 0,5), ce qui est un point très positif.

3 Analyse des extinctions

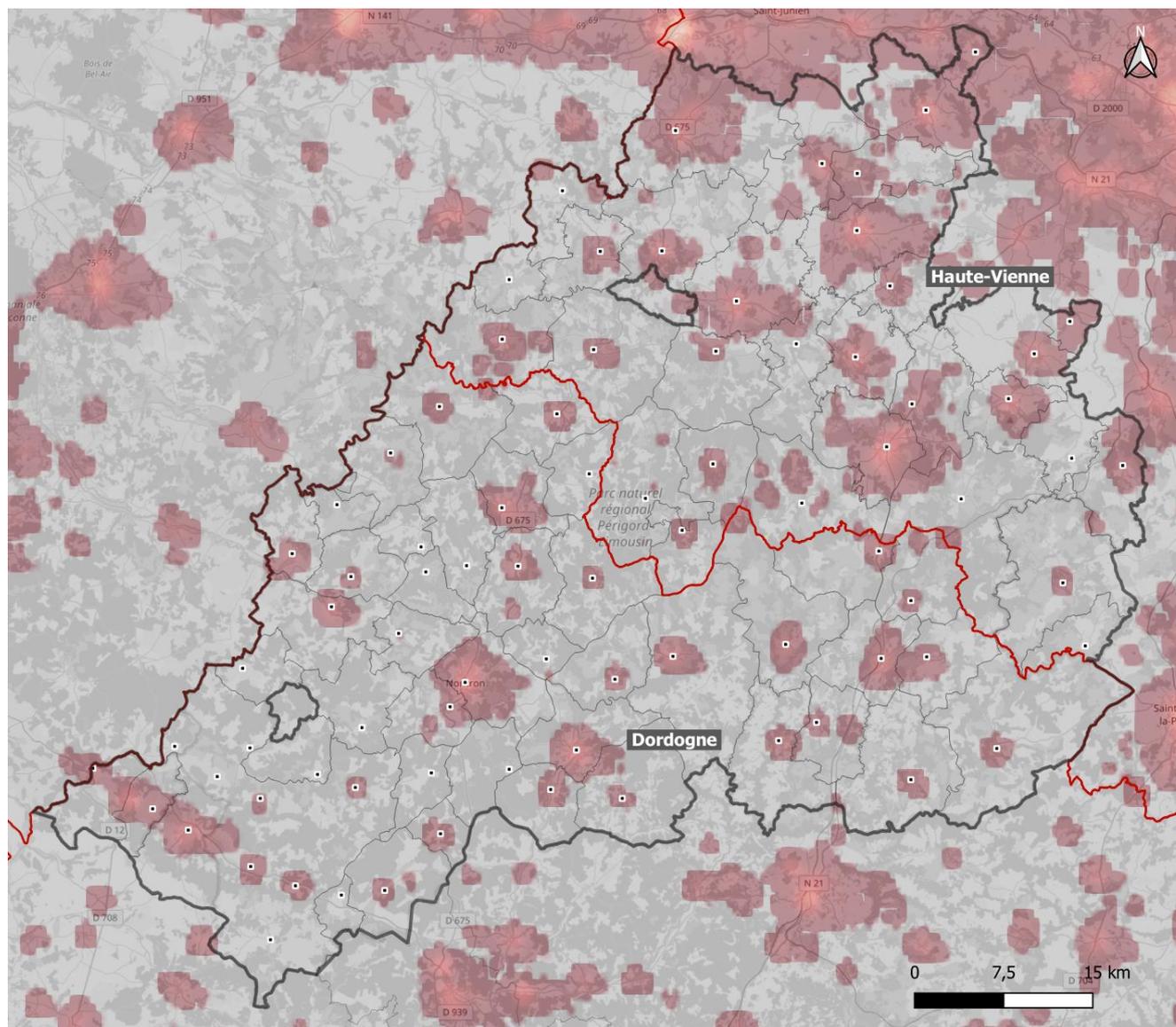
Aucune donnée facilement exploitable n'existe concernant les extinctions pratiquées par les communes sur l'emprise du Parc naturel régional Périgord-Limousin. L'identification de ces extinctions est malgré tout importante puisqu'elles servent à réaliser des simulations de la pollution lumineuse en extrémités de nuit (c'est-à-dire sans extinction de l'éclairage public).

DarkSkyLab a développé un logiciel qui permet d'identifier les extinctions probables sur un territoire en utilisant des données de radiance satellite récentes et en les comparant aux données de population des bourgs (et pas des communes puisque plusieurs bourgs peuvent être regroupés pour former une seule commune).

Afin d'identifier au mieux les extinctions, il a été décidé d'utiliser dans le cadre de ce projet les données VIIRS-DNB d'un jeu synthétique assemblé à partir de radiances satellites mensuelles¹ de l'année 2019. Ce processus de création d'un jeu synthétique à partir de données de radiances mensuelles disponibles publiquement a été développé par DarkSkyLab sachant que, jusqu'à une date très récente, le NOAA ne fournissait pas de jeux composites annuel en dehors des années 2015 et 2016.

La carte ci-dessous montre les sources de radiance 2019 sur la zone d'étude. Le contraste de la carte de radiance a été poussé de manière à ce que dès qu'une radiance non nulle est vue depuis l'espace, elle apparaît en rouge sur le fond gris de la carte (le fond gris indique donc qu'aucune radiance significative n'a été mesurée). Les radiances plus élevées sont représentées par une couleur rouge plus claire, par exemple dans le centre des agglomérations. Les radiances les plus faibles sont mesurées autour de $0,01 \text{ nW.cm}^{-2}.\text{sr}^{-1}$ alors que les plus élevés sont autour de $10 \text{ nW.cm}^{-2}.\text{sr}^{-1}$ (dans le centre de Châlus). Les bourgs sont marqués par des carrés noirs (on remarque que certaines communes possèdent plusieurs bourgs du fait des regroupements de communes pratiqués récemment).

¹ Voir les données du NOAA sur https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html



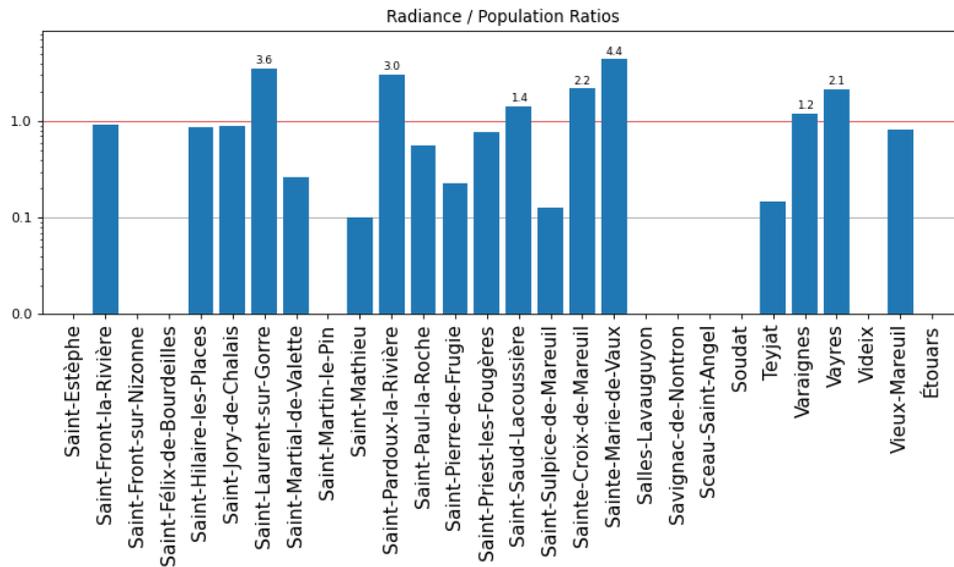
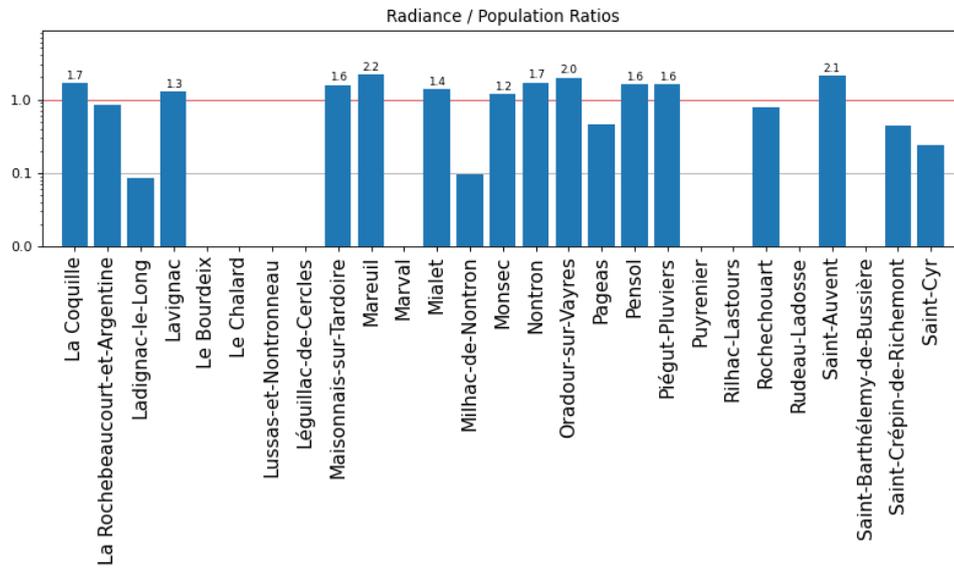
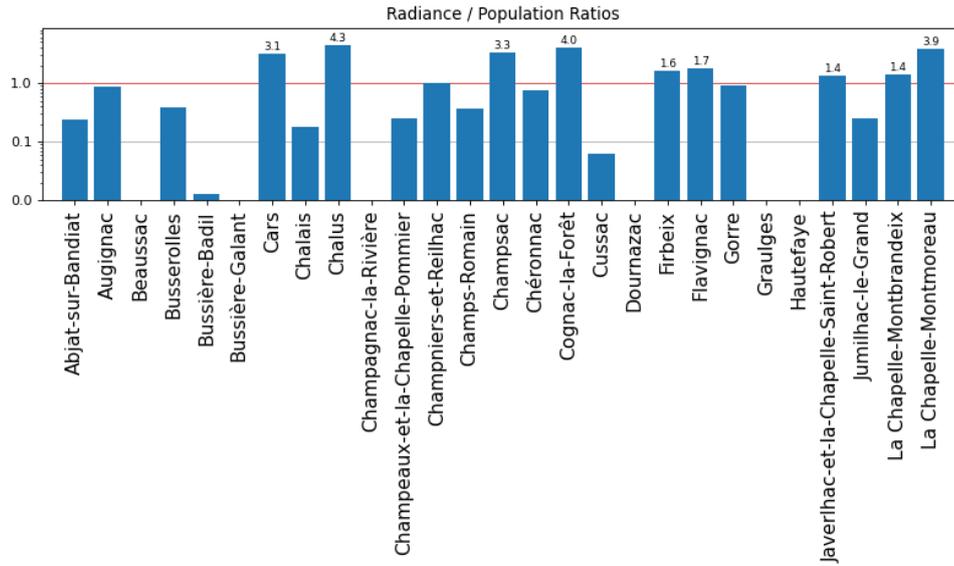
Radiances 2019 sur le territoire du PNR Périgord-Limousin avec les bourgs indiqués par de petits carrés noirs

On peut constater sur cette carte qu'un nombre significatif de bourgs n'ont aucune radiance associée. Il apparaît donc que la pratique de l'extinction commence à être bien pratiquée sur cette région. Il se peut aussi que pour de petites communes avec un faible nombre de points lumineux la radiance ne soit pas détectée par le satellite.

Les petites zones de radiance qui ne sont pas associées à des bourgs témoignent d'une implantation spécifique significative (industrie, équipement sportif, grande exploitation agricole, ...). On peut remarquer qu'il y en a peu dans la partie sud du PNR mais beaucoup plus dans la partie nord.

Cette première analyse visuelle est confirmée à l'aide d'un outil développé par DarkSkyLab : celui-ci moyenne automatiquement les radiances autour des bourgs et pondère les valeurs obtenues par les populations. Une heuristique développée par DarkSkyLab sur la base de nombreux cas d'étude permet alors d'évaluer l'existence d'extinctions en analysant les ratios radiance / population obtenus.

Les graphiques ci-dessous montrent les ratios obtenus pour les bourgs de la zone d'étude :



On remarque facilement sur la carte les plus nombreuses extinctions complètes (ratios à 0) dans la partie sud-ouest du PNR. La liste des bourgs avec les ratios correspondants est fournie dans le tableau ci-dessous (les populations sont celles du recensement 2016) :

Bourg	Population	Ratio
Abjat-sur-Bandiât	650	0,24
Augignac	836	0,86
Beaussac	185	0,00
Busserolles	561	0,38
Bussière-Badil	466	0,01
Bussière-Galant	1395	0,00
Cars	598	3,09
Chalais	435	0,18
Chalus	1628	4,32
Champagnac-la-Rivière	560	0,00
Champeaux-et-la-Chapelle-Pommier	157	0,25
Champniers-et-Reilhac	501	0,98
Champs-Romain	312	0,36
Champsac	614	3,32
Chéronnac	325	0,74
Cognac-la-Forêt	1026	3,98
Cussac	1203	0,06
Dournazac	665	0,00
Firbeix	303	1,60
Flavignac	1040	1,75
Gorre	395	0,92
Graulges	68	0,00
Hautefaye	114	0,00
Javerlhac-et-la-Chapelle-Saint-Robert	907	1,37
Jumilhac-le-Grand	1214	0,26
La Chapelle-Montbrandeix	249	1,38
La Chapelle-Montmoreau	74	3,90
La Coquille	1355	1,66
La Rochebeaucourt-et-Argentine	395	0,85
Ladignac-le-Long	1128	0,09
Lavignac	149	1,27
Le Bourdeix	252	0,00
Le Chalard	305	0,00
Lussas-et-Nontronneau	314	0,00
Léguillac-de-Cercles	301	0,00
Maisonnais-sur-Tardoire	442	1,58
Mareuil	1125	2,17
Marval	584	0,00
Mialet	662	1,37
Milhac-de-Nontron	592	0,10

Bourg	Population	Ratio
Monsec	197	1,18
Nontron	3351	1,70
Oradour-sur-Vayres	1518	1,98
Pageas	603	0,46
Penzol	184	1,59
Piégut-Pluviers	1227	1,59
Puyrenier	58	0,00
Rilhac-Lastours	353	0,00
Rochechouart	3796	0,78
Rudeau-Ladosse	178	0,00
Saint-Auvent	939	2,10
Saint-Barthélemy-de-Bussière	233	0,00
Saint-Crépin-de-Richemont	213	0,44
Saint-Cyr	722	0,24
Saint-Estèphe	590	0,00
Saint-Front-la-Rivière	526	0,93
Saint-Front-sur-Nizonne	144	0,00
Saint-Félix-de-Bourdeilles	70	0,00
Saint-Hilaire-les-Places	878	0,88
Saint-Jory-de-Chalais	595	0,90
Saint-Laurent-sur-Gorre	1393	3,56
Saint-Martial-de-Valette	831	0,27
Saint-Martin-le-Pin	296	0,00
Saint-Mathieu	1160	0,10
Saint-Pardoux-la-Rivière	1185	3,03
Saint-Paul-la-Roche	517	0,56
Saint-Pierre-de-Frugie	403	0,23
Saint-Priest-les-Fougères	395	0,78
Saint-Saud-Lacoussière	868	1,44
Saint-Sulpice-de-Mareuil	126	0,13
Sainte-Croix-de-Mareuil	136	2,18
Sainte-Marie-de-Vaux	191	4,38
Salles-Lavauguyon	173	0,00
Savignac-de-Nontron	195	0,00
Sceau-Saint-Angel	128	0,00
Soudat	84	0,00
Teyjat	275	0,15
Varaignes	425	1,20
Vayres	827	2,14
Videix	225	0,00
Vieux-Mareuil	334	0,82
Étouars	144	0,00

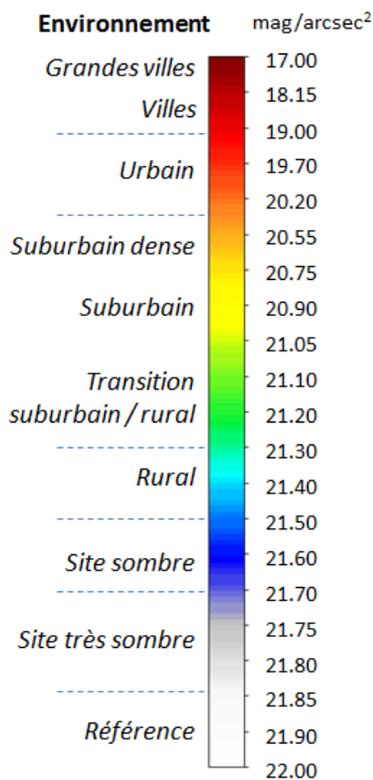
4 Analyse des mesures de qualité de ciel

4.1 Le système Ninox

Afin de bien caractériser la qualité du ciel nocturne sur le territoire du Parc naturel régional Périgord-Limousin, DarkSkyLab a fourni une plateforme pour mesurer la brillance du fond de ciel nocturne. Cette plateforme, appelée **Ninnox**, opère de manière autonome et continue sans qu'aucune intervention ne soit nécessaire de la part d'un opérateur (mis à part l'installation sur site et la collecte des données recueillies) ni qu'une connexion Internet ne soit requise. Les données sont enregistrées nuit après nuit,

à une fréquence d'environ une par minute, quelles que soient les conditions météorologiques. Après quelques jours ou semaines d'utilisation en un endroit donné sur le territoire, une plateforme Ninox doit être déplacée en un autre endroit pour le caractériser. Une bonne campagne de mesure requiert une certaine coordination pour déployer les instruments dans suffisamment de lieux représentatifs du territoire, et ce travail a été parfaitement mené par **Michel Deromme**, ceci de manière bénévole.

4.2 Définition de la brillance du fond de ciel



La brillance du fond de ciel nocturne, mesurée par Ninox, est appelée **NSB** (*Night Sky Brightness* en anglais) et elle est exprimée en magnitudes par seconde d'arc au carré (mag/arcsec²). Cette unité est celle d'une luminance et il s'agit d'une mesure logarithmique dérivée de la magnitude photométrique largement utilisée en astronomie (inspirée de la vision humaine). Sur cette échelle, les valeurs les plus élevées correspondent aux brillances les plus faibles.

La figure ci-contre montre la correspondance entre les valeurs de NSB et les environnements dans lesquelles elles sont rencontrées. On notera sur cette échelle qu'une petite variation de la valeur de NSB a de plus grands effets dans la zone de faibles brillances de ciel (sites sombres) que dans la zone de fortes brillances (ciels pollués).

Les couleurs utilisées sur l'échelle sont représentatives de l'indice de qualité du ciel. Elles vont du rouge foncé (emplacement les plus pollués) au blanc (lieux sans aucune pollution lumineuse) en passant successivement par le rouge, l'orange, le jaune, le vert, le cyan, le bleu et le gris.

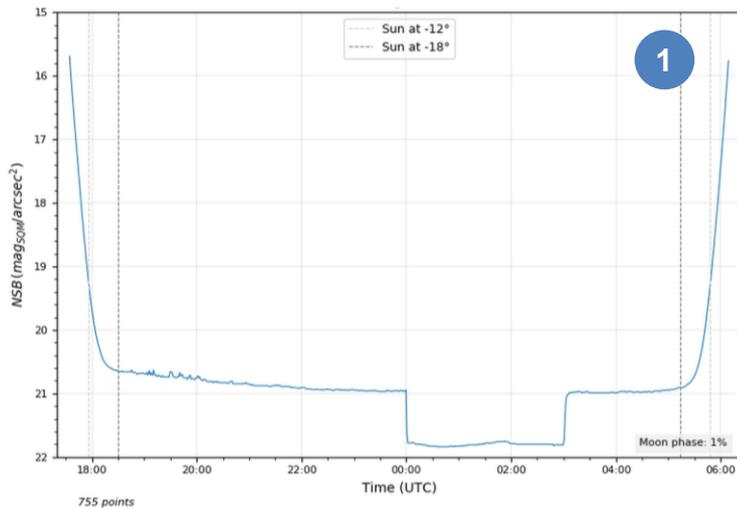
Les représentations des mesures Ninox montrées sur les cartes de ce document, ainsi que les cartes de simulation de la pollution lumineuse, utilisent cette même échelle de couleur, et il faut donc s'y référer pour interpréter correctement les résultats obtenus.

4.3 Interprétation des courbes Ninox

Cette section fournit des informations essentielles à la bonne interprétation des diagrammes produits à partir des mesures Ninox.

4.3.1 Courbes unitaires

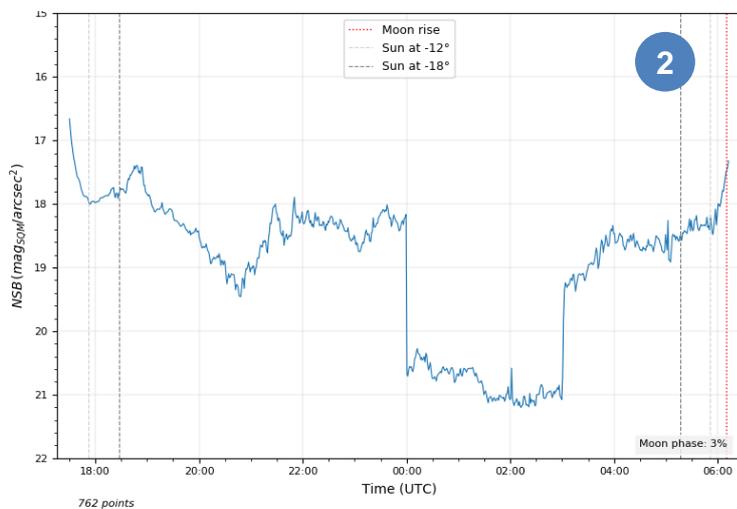
Les systèmes Ninox mesurent la brillance du fond de ciel au zénith toutes les minutes dès que le Soleil est à plus de 8° sous l'horizon. Cette brillance du ciel est appelée **NSB** pour *Night Sky Brightness* (voir le paragraphe 4.2).



A partir des données enregistrées sur une nuit, il est possible de tracer une courbe du NSB en fonction du temps.

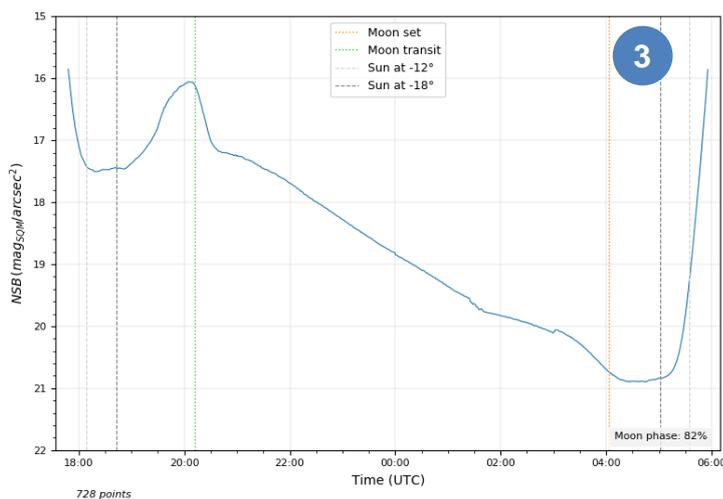
On voit par exemple sur la **courbe 1** ci-contre un assombrissement brusque du ciel (NSB plus élevé) en cœur de nuit du fait d'une extinction de l'éclairage public durant quelques heures. Sur ce type de diagramme, plus la courbe est lisse, plus le ciel est clair. Sur toutes les courbes, l'heure est exprimée en Temps Universel.

Il faut donc ajouter 1 heure en hiver et 2 heures en été pour avoir l'heure légale. Le profil de descente en début de nuit correspond au coucher du Soleil et le profil de montée en fin de nuit correspond au lever du Soleil.



La **courbe 2** montre une autre nuit au même endroit mais cette fois-ci en présence de nuages. L'extinction est toujours bien visible, mais le profil de la courbe est devenu très perturbé du fait des nuages. Ceux-ci agissent comme un amplificateur de la pollution lumineuse et la brillance du ciel est plus forte que lors des nuits claires (les niveaux de NSB sont moins élevés).

4.3.2 Influence de la Lune



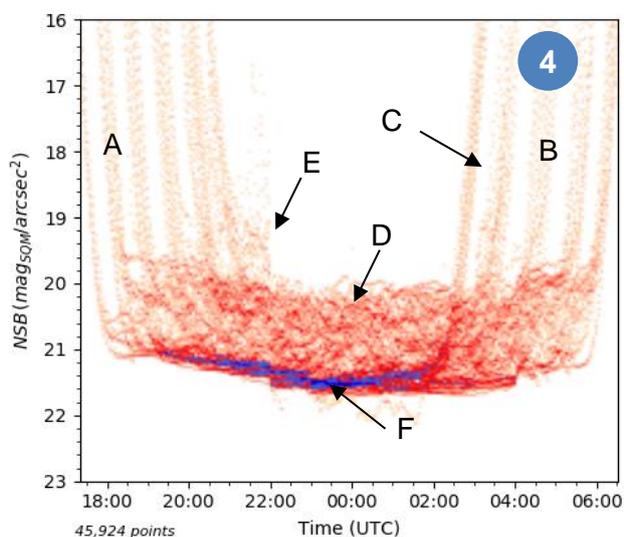
La Lune provoque un accroissement plus ou moins fort de la brillance du ciel selon sa phase, et on ignore généralement toutes les mesures réalisées en présence de la Lune lorsque l'on caractérise un site.

La **courbe 3** ci-contre montre par exemple une nuit de mesures en présence de la Lune avec une phase de 82% (donc très brillante). La Lune est au plus haut vers 22h TU et elle éclaire même directement le capteur du Ninox (d'où la petite bosse sur la courbe). Elle descend ensuite sur l'horizon et se couche vers 4h TU. On peut constater que la Lune modifie radicalement la brillance du ciel.

4.3.3 Analyse statistique des mesures Ninox

Les conditions atmosphériques varient grandement de nuit en nuit sur un même site (nuages avec des densités et des altitudes différentes, présence plus ou moins grande d'humidité et d'aérosols dans l'atmosphère, etc.), et il est donc important, pour bien caractériser un site, de mesurer la brillance de ciel dans ces diverses conditions.

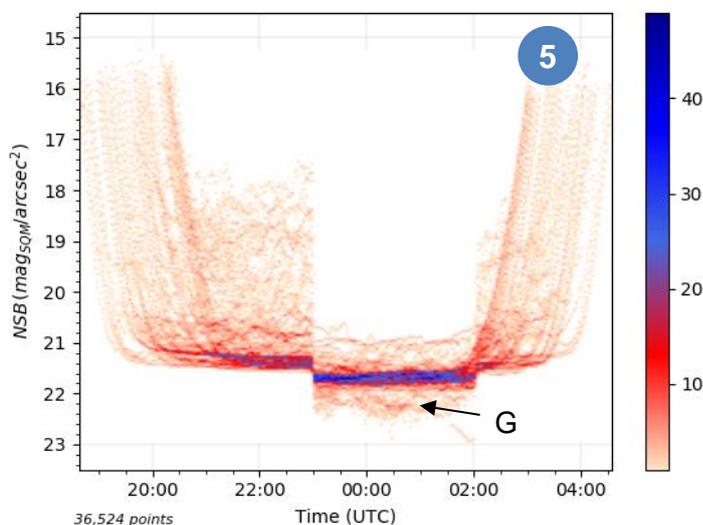
Pour visualiser un grand nombre de nuits de mesures sur un même site, on utilise un diagramme spécial appelé histogramme de densité. Toutes les nuits de mesures sont ramenées à une seule nuit « virtuelle » et superposées sur un diagramme avec le temps sur l'axe horizontal et la brillance du ciel (le NSB) sur l'axe vertical. Seules les mesures sans présence de la Lune sont utilisées. Chaque pixel dans le diagramme représente le nombre d'occurrences d'une combinaison particulière d'un temps TU et d'une valeur de NSB et ce nombre d'occurrences est codé avec une couleur spécifique.



Sur l'**histogramme de densité 4** ci-contre, les valeurs de NSB les plus fréquentes apparaissent en bleu sombre et les moins fréquentes en rouge clair. On voit en A les profils de descente de la brillance du ciel en début de nuit et en B les profils de montées à l'aube.

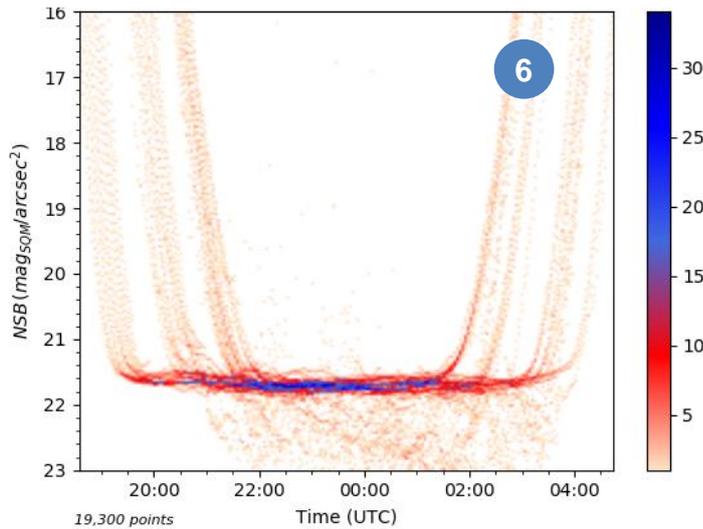
La durée des nuits varie au cours du temps et les intervalles vides comme celui en C représentent les nuits où la Lune était présente et pour lesquelles les mesures ne sont pas reportées.

Les mesures situées dans la zone D sont celles réalisées en présence de nuages qui amplifient la pollution lumineuse et donc diminuent les niveaux de NSB (on a donc des points plus hauts dans le diagramme). Une extinction est visible en E, et la zone de surdensité en F montre quelle est la brillance de ciel typique que l'on peut atteindre par ciel clair en cœur de nuit (il s'agit du plateau de ciel clair).



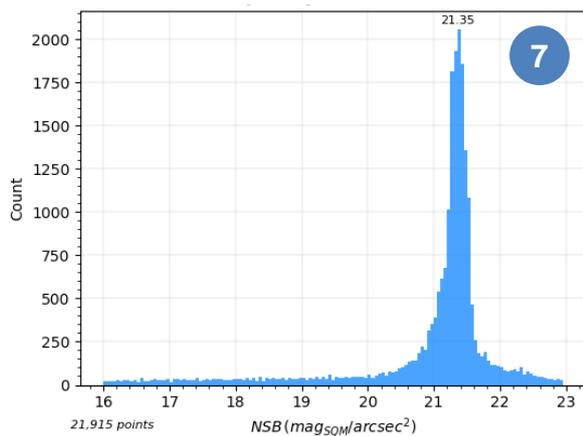
Chaque site possède ses propres niveaux et caractéristiques. Le **diagramme 5** ci-contre montre un site où une forte extinction provoque un effondrement de l'étendue de NSB et une forte amélioration de la qualité de ciel.

On peut voir sur ce site qu'en cœur de nuit après extinction, certaines conditions nuageuses provoquent un assombrissement du ciel (il devient plus sombre que par temps clair) : certaines mesures sont situées en-dessous du plateau de ciel clair (en G).

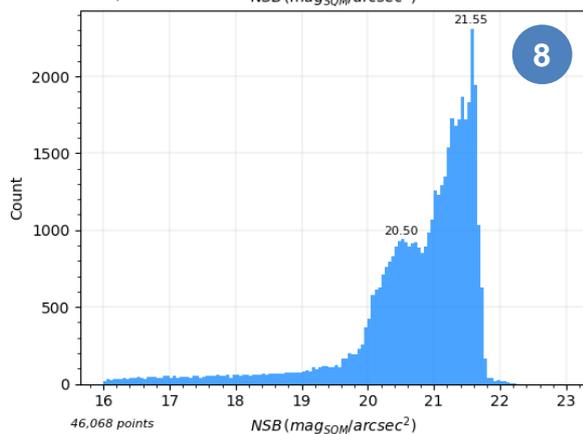


Sur certain site de très bonne qualité, on obtient un plateau de ciel clair très bas et des conditions systématiques d’assombrissement du ciel par temps nuageux. C’est le cas par exemple pour le site du **diagramme 6** ci-contre où les valeurs de brillance du ciel par temps couvert sont systématiquement en-dessous du plateau de ciel clair.

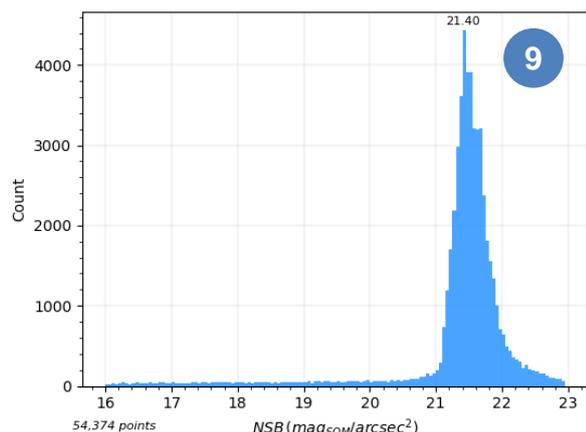
Une autre façon de visualiser les valeurs de NSB correspondant à différentes conditions atmosphériques est de construire des histogrammes de magnitude. Sur ces diagrammes, on trace des barres verticales qui témoignent de la fréquence d’apparition des différentes valeurs de NSB positionnées quant à elles sur l’axe horizontal.



La plupart des histogrammes de magnitude font apparaître un pic élevé sur la droite du diagramme comme cela est montré dans la **figure 7** ci-contre. Ce pic définit le NSB de référence du site par conditions moyennes de ciel clair. Il ne s’agit pas du meilleur NSB obtenu sur le site (qui se situe plus sur la droite), mais plutôt d’un NSB nominal moyen qui apparaît de manière fréquente par ciel clair. Plus le pic de ciel clair est à droite, meilleure est la qualité du site.



Les sites peu pollués n’ont qu’un pic dans leur histogramme (pic de ciel clair) alors que les sites plus pollués font apparaître des pics sur la gauche du pic de ciel clair qui correspondent aux conditions de ciel couvert les plus fréquentes. Un exemple d’un tel pic secondaire de ciel couvert est montré dans le **diagramme 8**. Plus la partie gauche des histogrammes est peuplée (forte luminance par conditions de ciel couvert), plus la pollution lumineuse relevée sur le site est importante.



Si certains sites possèdent un ou plusieurs pics en partie droite ou bien une traîne importante à droite du pic principal (comme montré sur le **diagramme 9**), cela peut signifier que l'étendue de NSB est inversée et que la zone de ciel couvert est placée plus à droite (zone plus sombre) que le pic de ciel clair. Cela est typique des sites de qualité qui s'assombrissent en présence de nuages.

4.4 Mesures réalisées sur le terrain

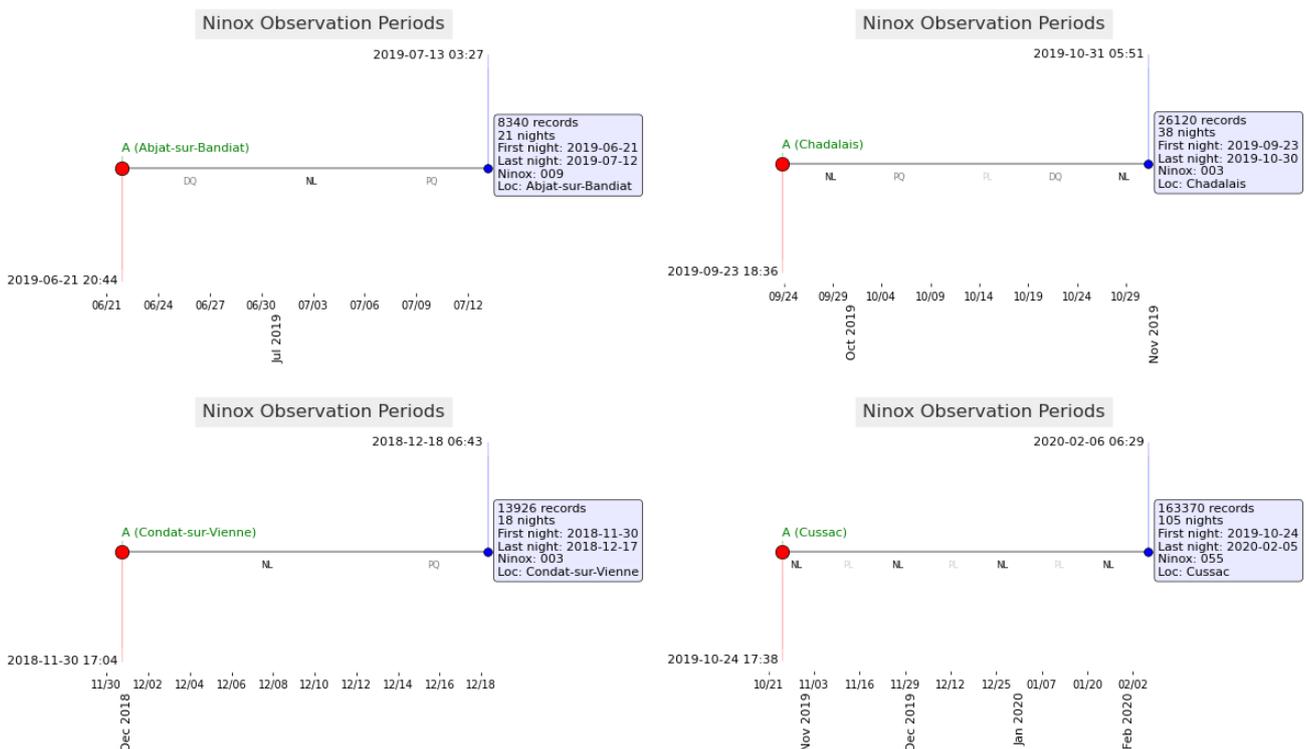
De nombreuses mesures de luminosité du fond de ciel au zénith ont été réalisées dans le périmètre du Parc naturel régional Périgord-Limousin à l'aide de 6 systèmes **Ninox** fournis par DarkSkyLab. Ces mesures ont été entièrement coordonnées bénévolement par **Michel Deromme** ce qui représente un travail considérable. Dans le cadre d'un projet précédent sur le territoire de Limoges Métropole, d'autres mesures avaient été réalisées. Certaines des sites de cette étude étant proches du PNR Périgord-Limousin (ou même au sein du PNR), il est apparu pertinent de les intégrer dans cette analyse. En particulier les sites suivants ne font pas partie du PNR : Veyrac, Séreilhac, Limoges Moulin Blanc et Condat-sur-Vienne. Le tableau ci-dessous résume les mesures Ninox réalisées sur le terrain :

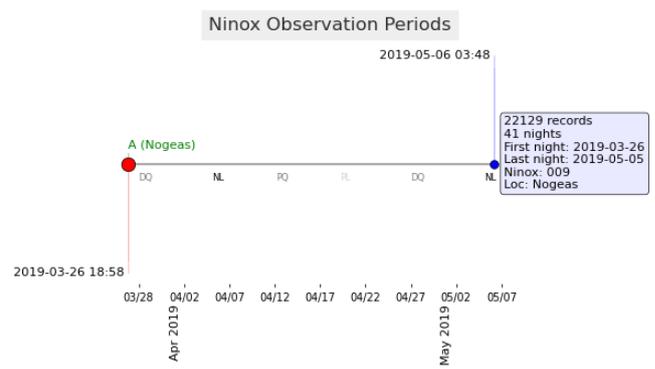
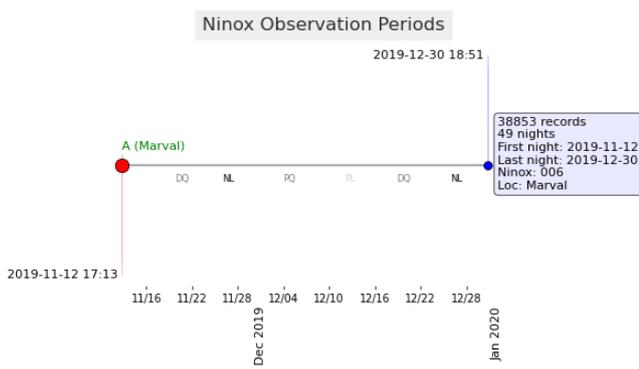
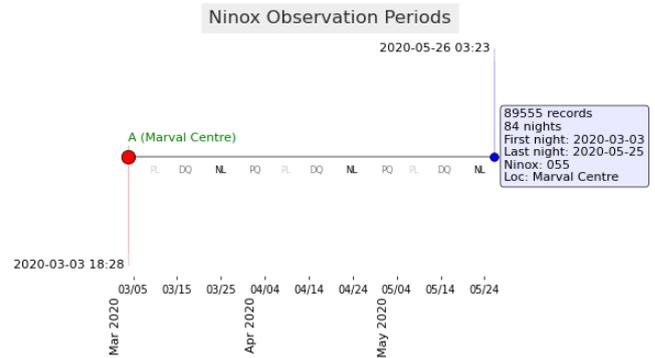
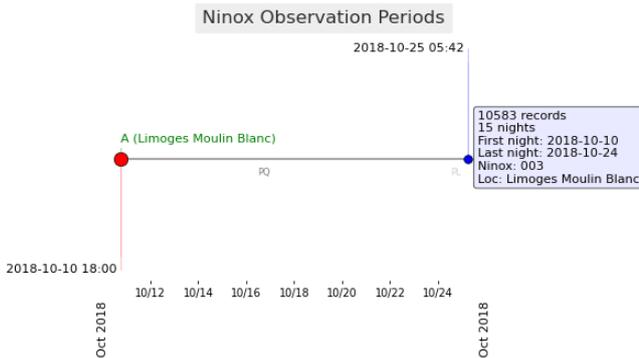
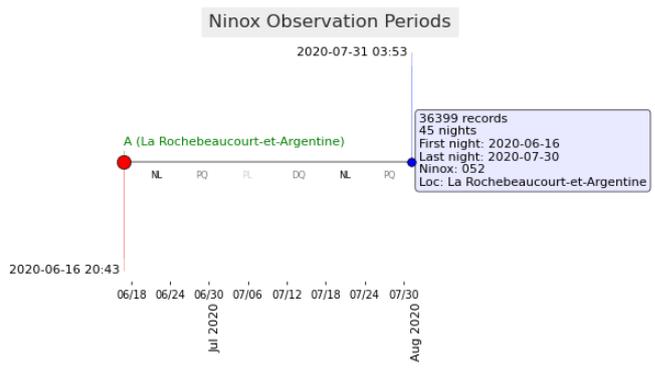
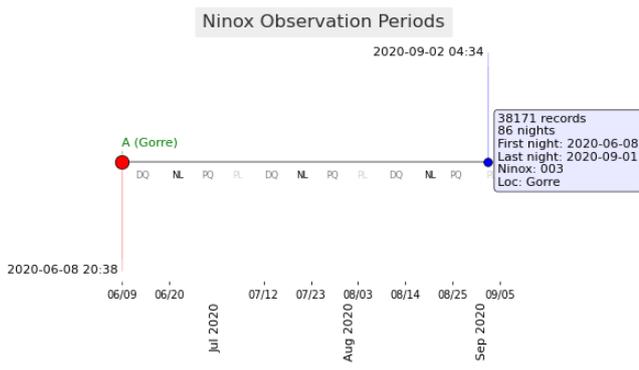
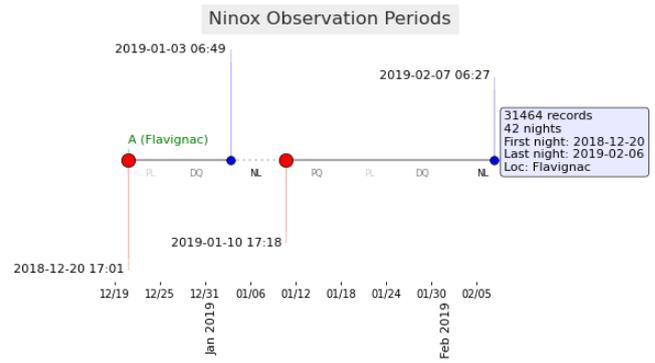
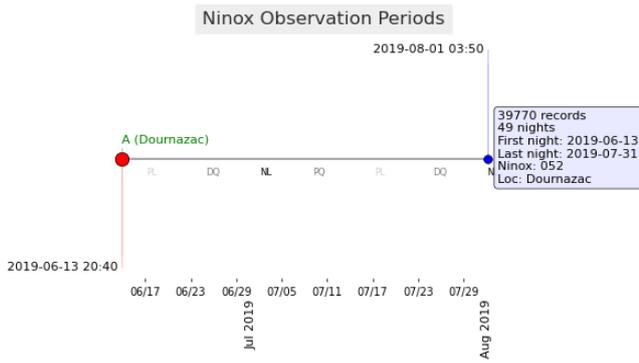
Lieu	Ninox	Nuits	Première nuit	Dernière nuit	Enregistrements
Abjat-sur-Bandiât	Ninox009	21	21/06/2019	12/07/2019	8 340
Chadalais	Ninox003	38	23/09/2019	30/10/2019	26 120
Condat-sur-Vienne	Ninox003	18	30/11/2018	17/12/2018	13 926
Cussac	Ninox055	105	24/10/2019	05/02/2020	163 370
Dournazac	Ninox052	49	13/06/2019	31/07/2019	39 770
Flavignac	Ninox006	42	20/12/2018	06/02/2019	31 464
Gorre	Ninox003	86	08/06/2020	01/09/2020	38 171
La Rochebeaucourt-et-Argentine	Ninox052	45	16/06/2020	30/07/2020	36 399
Limoges Moulin Blanc	Ninox003	16	10/10/2018	28/10/2018	10 599
Marval	Ninox006	50	23/02/2018	30/12/2019	39 115
Marval Centre	Ninox055	84	03/03/2020	25/05/2020	89 555
Nogeas	Ninox009	41	26/03/2019	05/05/2019	22 129
PNRPL	Ninox009	43	21/01/2019	04/03/2019	31 768
Rilhac-lastours	Ninox055	36	04/06/2019	09/07/2019	28 061
Rochechouart	Ninox006	40	28/05/2019	06/07/2019	15 417
Saint-Auvent	Ninox003	62	27/12/2018	11/03/2019	45 574
Saint-Barthélemy-de-Bussière	Ninox053	54	13/12/2019	04/02/2020	86 071
Saint-Estèphe	Ninox052	100	03/12/2019	11/03/2020	151 491
Saint-Jory-de-Chalais	Ninox053	31	05/06/2019	09/07/2019	24 255
Saint-Laurent-sur-Gorre	Ninox053	38	25/09/2019	01/11/2019	52 031
Saint-Mathieu	Ninox052	38	23/09/2019	30/10/2019	51 629
Saint-Pierre-de-Frugie	Ninox003	23	13/06/2019	23/10/2019	11 864
Saint-Saud-Lacoussière	Ninox053	82	25/02/2020	28/05/2020	89 671
Séreilhac	Ninox003	99	04/10/2018	07/06/2020	75 041
Veyrac	Ninox009	20	03/11/2018	22/11/2018	15 530
		1 261			1 197 361

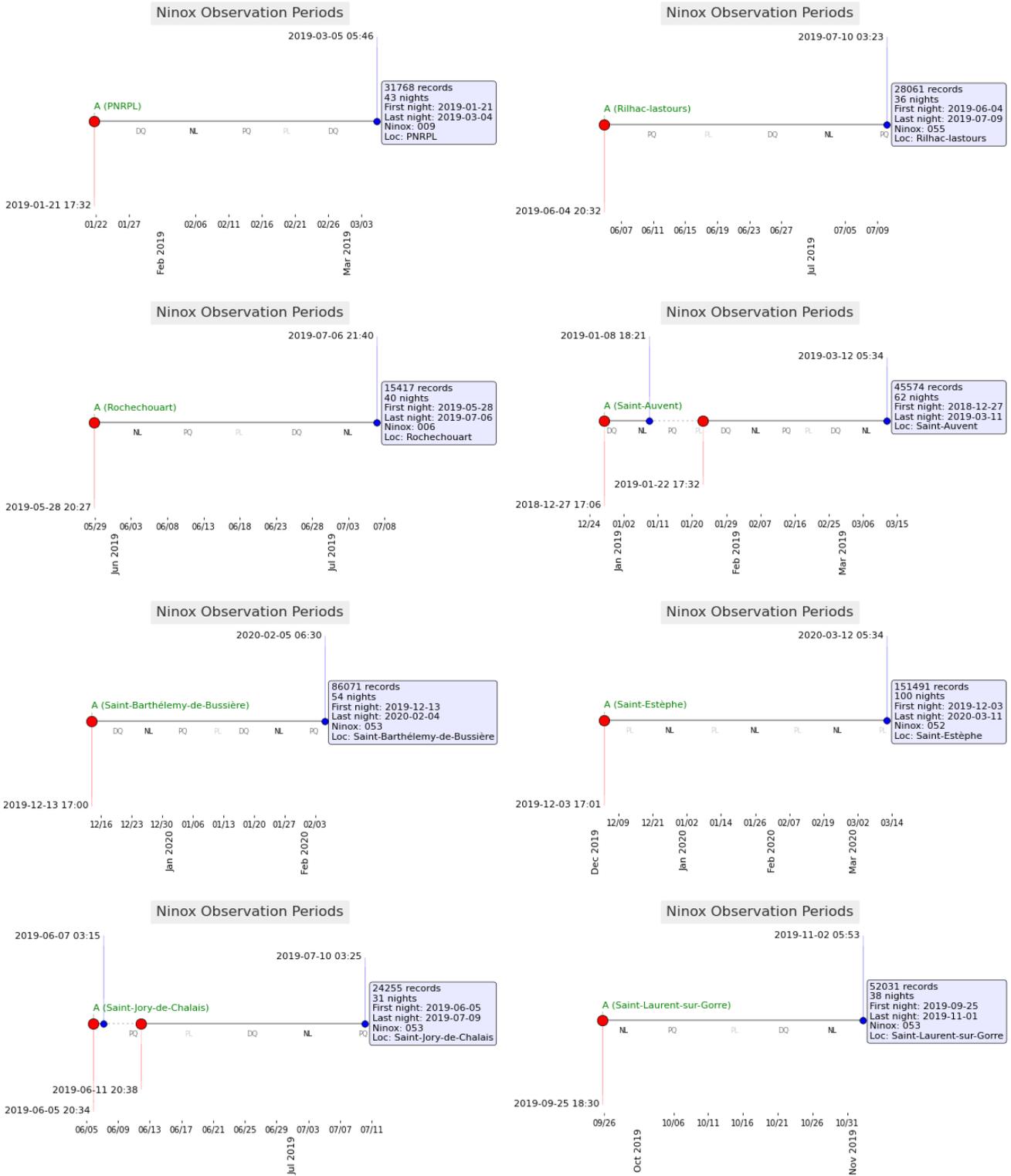
La campagne de mesures représente donc un total de **1 261 nuits** de mesure sur **25 sites** différents et un peu moins de **1 200 000 mesures** individuelles. Cela constitue une collecte de données tout à fait unique qui n'a pas d'équivalent en termes de nombre de mesures sur le territoire d'un Parc naturel régional. Cet ensemble de mesures statistiques de la pollution lumineuse sur le territoire du PNR Périgord-Limousin peut être vu comme un socle important pour évaluer l'évolution des pratiques concernant l'éclairage privé et public dans les années à venir. De plus, il permet de répondre entièrement aux demandes de l'IDA à propos des mesures de pollution lumineuse dans le cadre d'une soumission d'un dossier de Réserve Internationale de Ciel Etoilé.

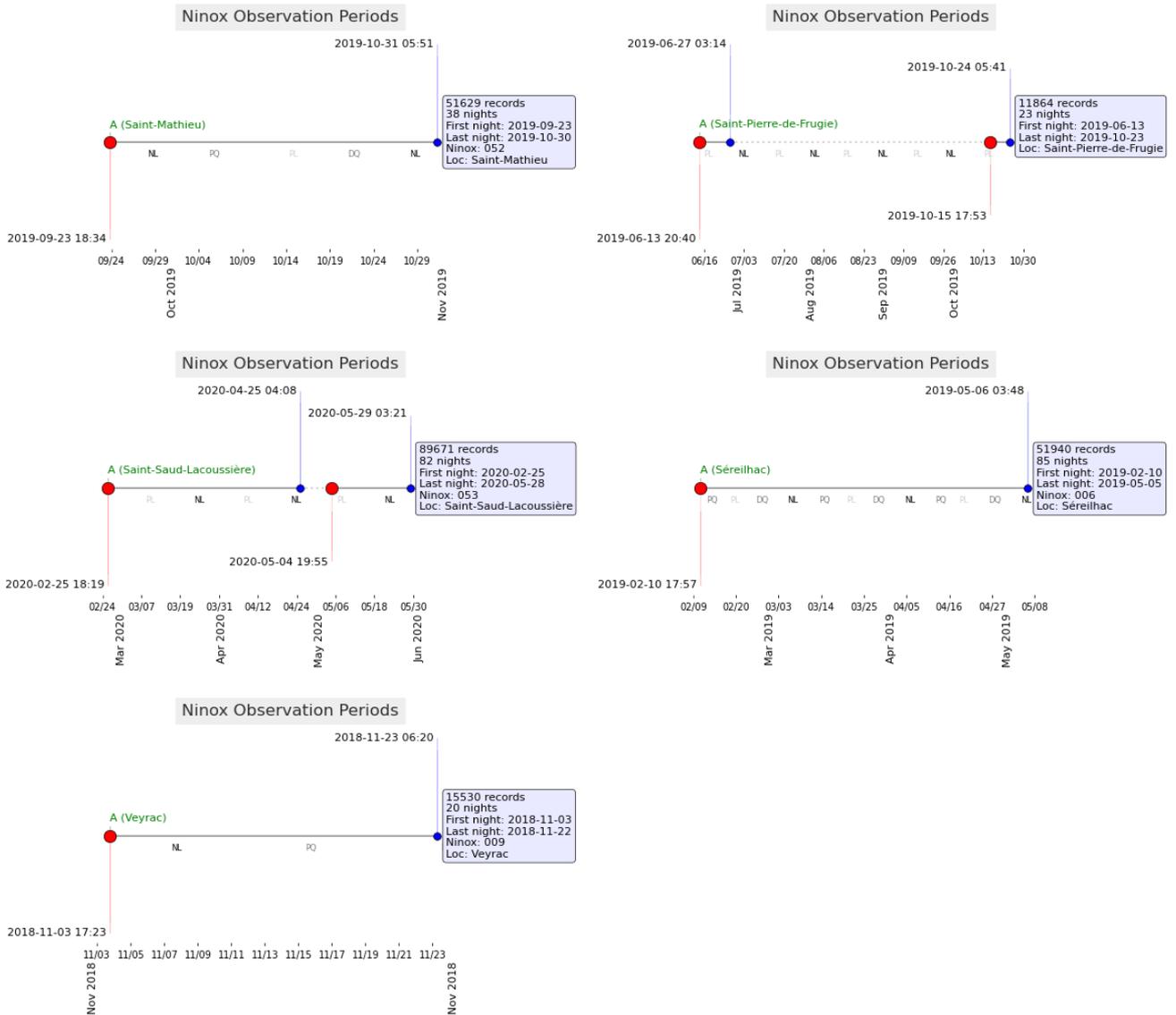
Les diagrammes ci-dessous permettent de visualiser les périodes de mesure pour chacun des sites (les points rouges correspondent au début d'une période de mesure et les points bleus à la fin d'une période). Le nom de chaque site est fourni dans l'encadré bleu positionné à droite des lignes de temps et les cycles lunaires sont indiqués sur les lignes de temps de la façon suivante :

- **NL** pour *nouvelle Lune* (c'est-à-dire une absence de Lune durant toute la nuit, ce qui représente les conditions les plus favorables pour réaliser des mesures Ninox significatives) ;
- **PQ** pour *premier quartier* ;
- **PL** pour *pleine Lune* (aux alentours de cette période, quasiment aucune mesure Ninox n'est retenue puisque la Lune est présente durant toute la nuit dans le ciel) ;
- **DQ** pour *dernier quartier*.



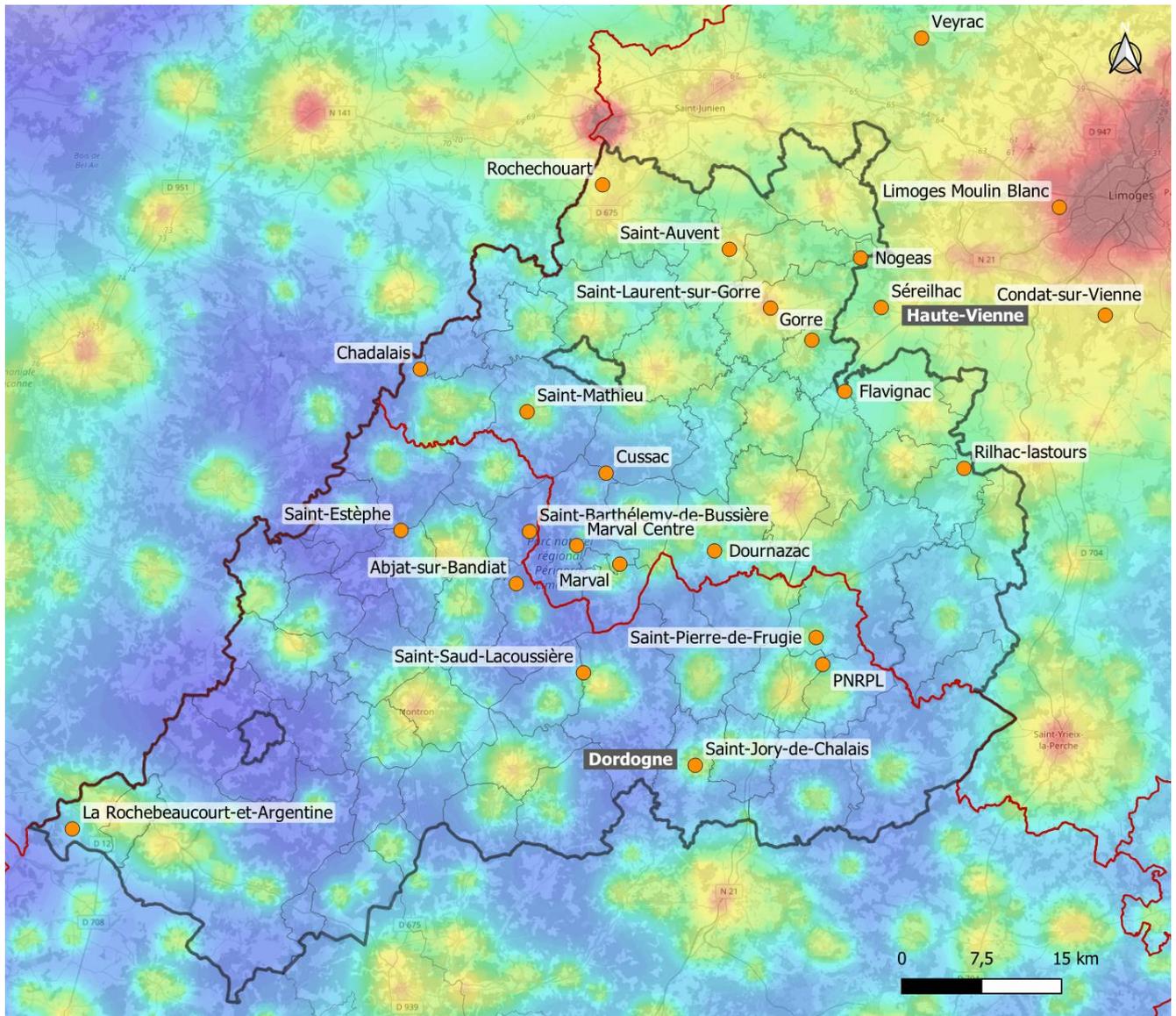






La carte ci-dessous montre les sites de mesure Ninox (points en orange) avec en fond la carte de pollution lumineuse obtenue par simulation à partir de données de radiance satellite (jeu synthétique 2019) par des conditions moyennes de ciel clair et en cœur de nuit (voir plus loin la section de ce document consacrée aux simulations de la pollution lumineuse pour savoir comment interpréter cette carte).

La limite du Parc naturel régional Périgord-Limousin est tracée sur la carte et les limites des communes sont tracées en gris clair. On remarque au nord-est la métropole de Limoges.



Sites Ninox pour la mesure de la qualité de ciel

4.5 Diagrammes pour les différents sites

Les paragraphes suivants montrent pour chacun des 25 sites les diagrammes qui permettent leur caractérisation en termes de qualité de ciel :

1. L'histogramme de densité de NSB² (sans présence de la Lune)
2. L'histogramme de magnitude (sans présence de la Lune)

4.5.1 Histogrammes de densité

D'un point de vue statistique, les valeurs de NSB en cœur de nuit sont essentiellement déterminées en traçant pour chaque site un **histogramme de densité** (voir ci-dessous). Ce type de diagramme montre

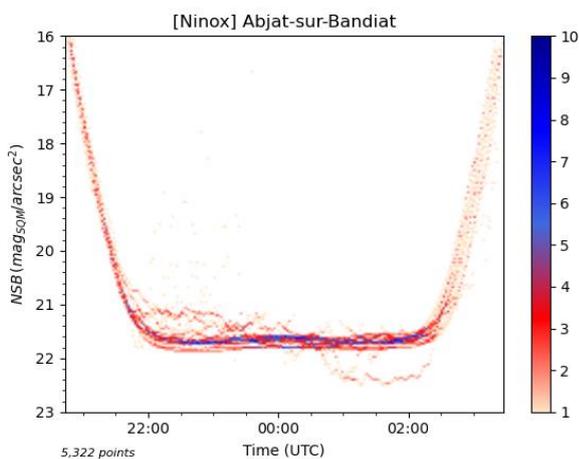
² Le NSB (*Night Sky Brightness*) mesure la luminance du fond de ciel et est exprimée en magnitudes par seconde d'arc au carré ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$). Cette unité est celle d'une luminance et il s'agit d'une mesure logarithmique dérivée de la magnitude photométrique largement utilisée en astronomie (inspirée de la vision humaine). Sur cette échelle, les valeurs les plus élevées correspondent aux brillances les plus faibles.

l'ensemble des mesures réalisées en un site donné sans tenir compte du fait que le ciel soit dégagé ou non. Toutes les nuits de mesure sont ramenées sur une seule période (par exemple entre 17:00 TU et 07:00 TU sur l'axe horizontal) et la plage de NSB sur l'axe vertical est la même pour tous les histogrammes. Elle va de 16 mag/arcsec² (ciel plus brillant) à 23 mag/arcsec² (ciel plus sombre). On ne considère toutefois que les mesures réalisées quand la Lune n'est pas visible dans le ciel (en effet celle-ci masque pour la plupart des sites la contribution de la pollution lumineuse à la brillance du ciel). De plus, sur ces diagrammes, la contribution de la Voie lactée est corrigée de manière à faire ressortir au mieux les effets de la lumière d'origine anthropique.

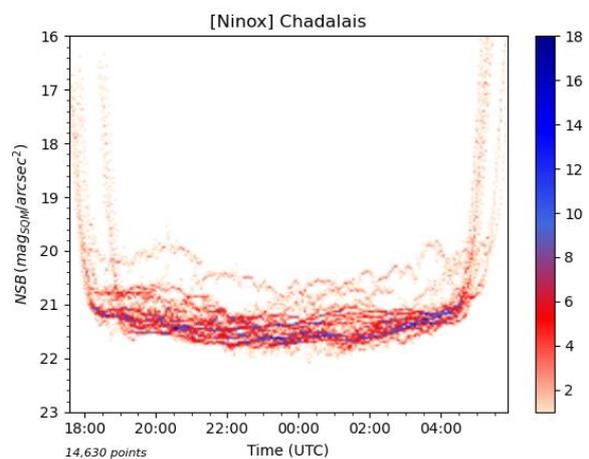
Sur les histogrammes, les zones de densité les plus basses correspondent généralement aux conditions de ciel clair et celles les plus élevées correspondent à la présence de nuages éclairés par la lumière émise à courte et moyenne distance. Les nuages jouent en effet un rôle d'amplification de la pollution lumineuse sur les courtes échelles. L'étendue de la « plage de densité » sur les histogrammes témoigne donc directement du niveau de pollution lumineuse induit par l'éclairage local. Dans le cas des sites de qualité, il est fréquent que l'**étendue de NSB** soit inversée et que les zones de densité les plus basses correspondent aux nuits de ciel couvert. Cela s'explique par le fait que ces sites sont peu impactés par la pollution lumineuse et que la présence de nuages a donc tendance à les assombrir en bloquant la lumière naturelle du ciel (photoluminescence du ciel, contribution des étoiles et de la Voie lactée, etc.). Dans le cadre de cette étude, plusieurs sites possèdent un ciel nocturne de bonne qualité en cœur de nuit et cette inversion de l'étendue de NSB est observée sur ces sites.

En cas d'extinction de sources proches ou à moyenne distance, on voit apparaître des décrochages brusques dans les zones de densité de ce type d'histogrammes. Plusieurs extinctions sont visibles sur les diagrammes des sites de mesures Ninox sur le territoire du PNR, ce qui confirme le diagnostic des extinctions posé à partir des radiances satellite.

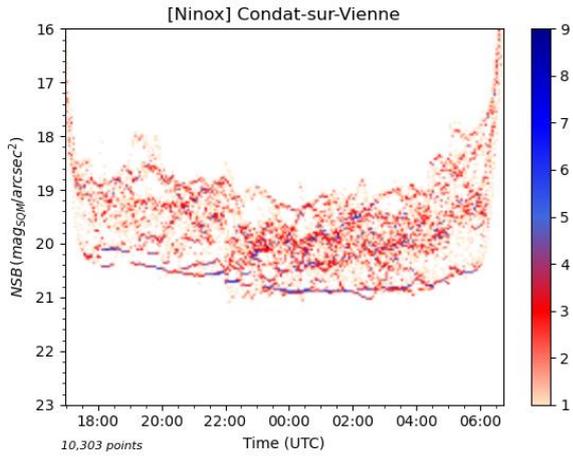
Un bref commentaire est fourni pour chacun des 25 histogrammes de densité.



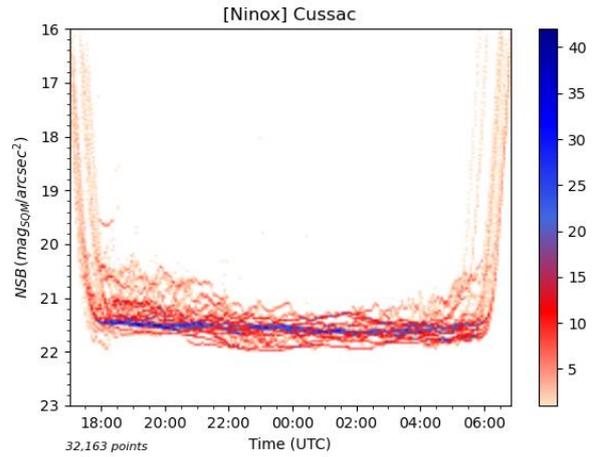
Le site semble excellent avec une faible étendue de NSB. La période de mesure au début de l'été 2019 a été particulièrement favorable avec essentiellement des nuits claires. Il n'y a pas d'extinctions visibles.



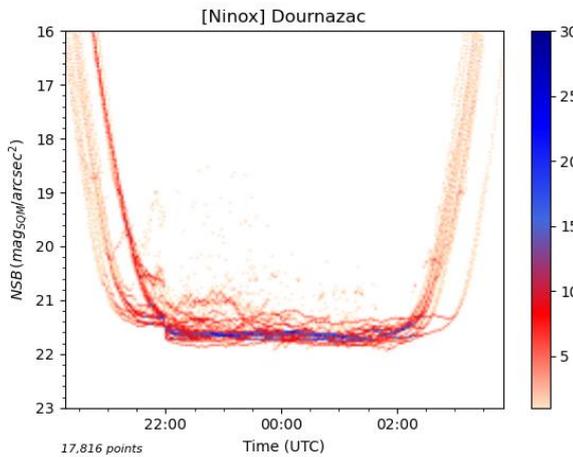
Il y a eu très peu de beau temps sur la période de mesure et le site est plus difficile à caractériser. On voit toutefois à l'étendue de NSB (l'épaisseur entre le plateau de ciel clair en partie basse et les NSB correspondant aux plus mauvaises conditions nuageuses en haut) que le site est de qualité correcte (typiquement rurale) avec quelques nuits sombres. Il n'y a pas d'extinctions visibles.



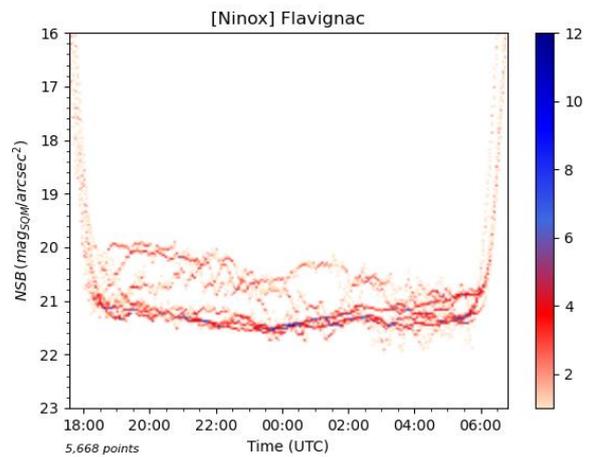
Il y a eu assez peu de mesures sur le site de Condat-sur-Vienne et l'étendue positive de NSB montre un niveau de pollution lumineuse important du fait du positionnement de la commune dans l'agglomération de Limoges.



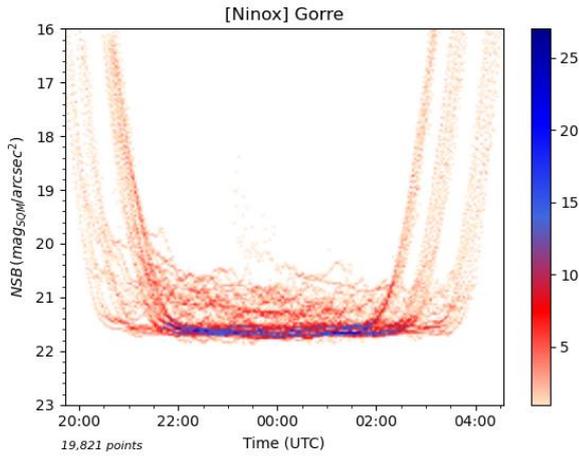
Il y a eu beaucoup de neige sur la période de mesure et les données ont dû être filtrées pour éliminer les profils trop sombres (la neige masque le capteur de l'instrument de mesure). On remarque une extinction vers 22h00 TU avec une légère inversion du profil de NSB (i.e. les NSB par ciel nuageux passent en-dessous du plateau de ciel clair).



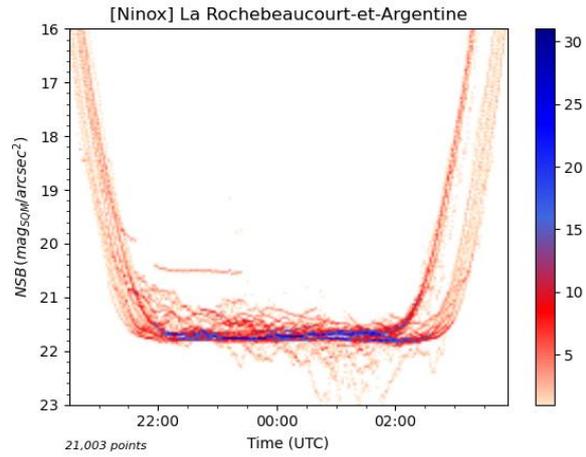
Sur le site de Dournazac, une fois l'extinction réalisée à 22h00 TU, la qualité du ciel est bonne lors des nuits claires sur la période de mesures.



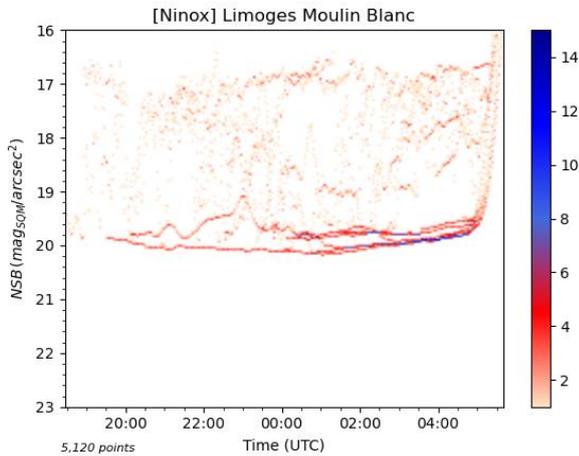
Il y a eu relativement peu de nuits claires sur la période mais on arrive tout de même à caractériser le site avec des meilleurs NSB de l'ordre de 21,6 mag/arcsec². L'étendue de NSB montre que le site subit une pollution lumineuse modérée mais tout de même bien présente.



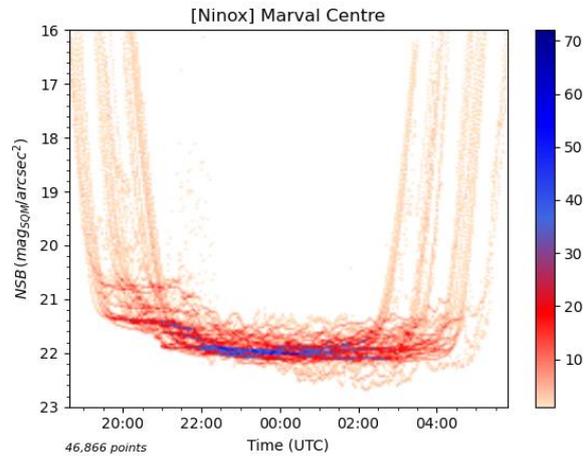
La session de mesures sur le site de Gorre a été excellente avec un palier de ciel clair bien marqué. L'étendue positive de NSB montre un fond permanent de pollution lumineuse typique du nord du PNR.



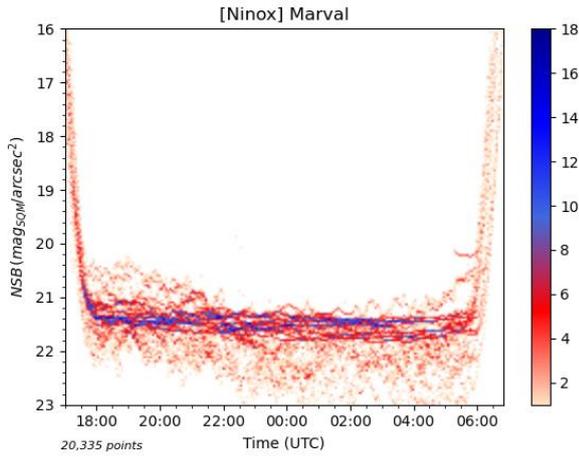
Les mesures réalisées sur le site de La Rochebeaucourt-et-Argentine a été très bonne et le site est bien caractérisé. L'étendue de NSB (à la fois positive et négative selon le type de couverture nuageuse) montre que l'on est sur un site rural voire un peu mieux.



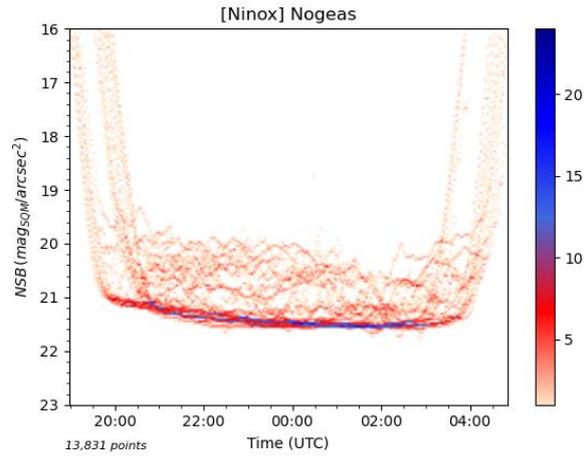
Il y a eu peu de mesures sur le site de Limoges Moulin Blanc, mais on peut toutefois facilement observer le fort niveau de pollution lumineuse, à la fois de par le niveau de NSB par nuit claire mais aussi du fait de la très forte étendue positive de NSB.



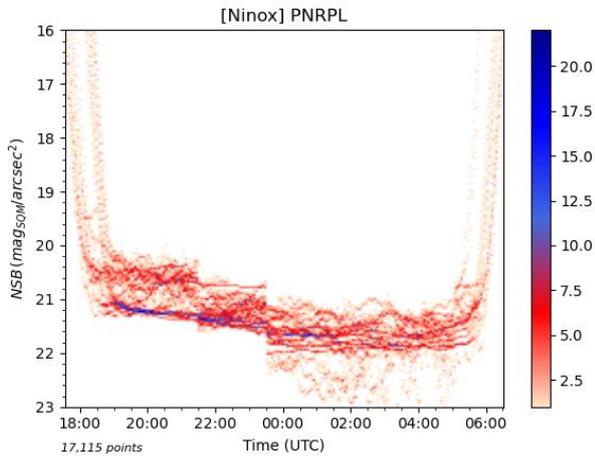
Le site de Marval centre bénéficie d'une extinction (comme cela a été constaté sur les radiances satellite) qui abaisse fortement les niveaux de NSB, ce qui fait que l'on bénéficie dans ces conditions d'un ciel de bonne qualité typiquement rural.



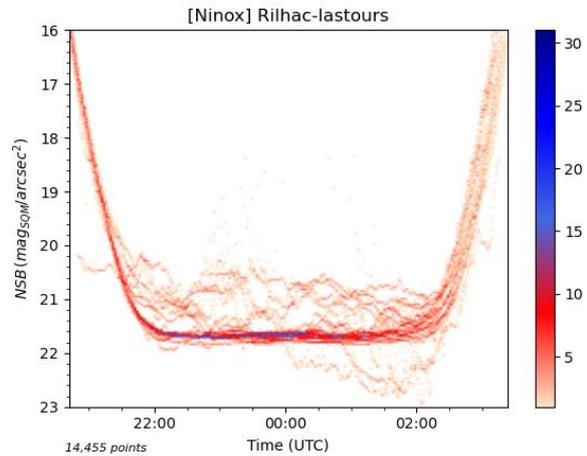
Il y a eu beaucoup de neige et peu de nuits claires sur la période, et il est donc un peu difficile de caractériser le site de Marval. L'inversion de l'étendue de NSB montre cependant que le site est de bonne qualité.



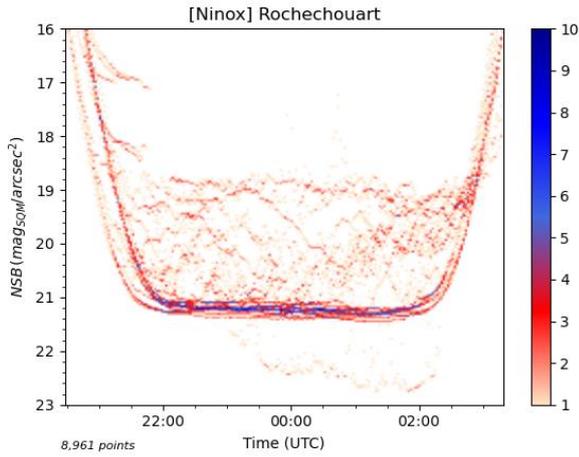
L'étendue de NSB régulière montre que ce site est relativement impacté par une pollution lumineuse à longue distance, en l'occurrence le halo de l'agglomération de Limoges. On atteint malgré tout des niveaux de NSB intéressants lors des belles nuits.



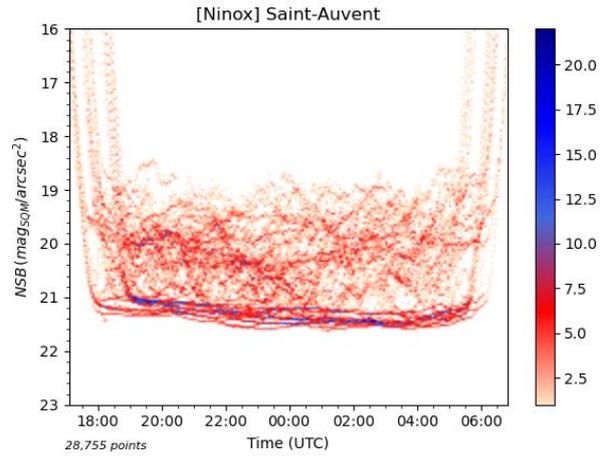
Sur le site de la Maison du Parc près de la Coquille, plusieurs extinctions sont visibles et produisent une nette inversion de l'étendue de NSB. En cœur de nuit, on peut atteindre des ciels très sombres. Il y a eu beaucoup de neige sur la période de mesure comme on peut le constater avec des courbes à des niveaux très bas.



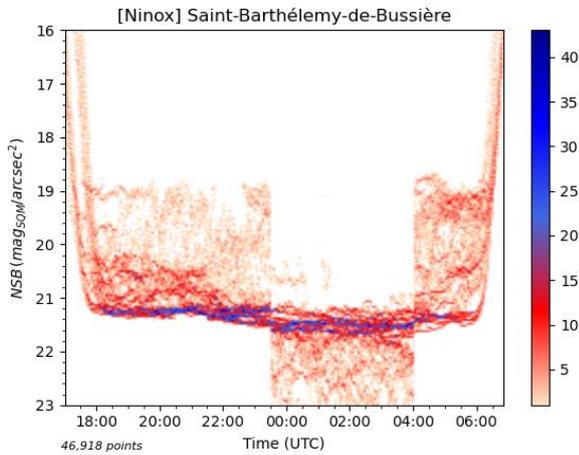
Le site de Rilhac-Lastours est à la limite de la zone d'influence forte de l'agglomération de Limoges. Par temps couvert, on voit à l'étendue de NSB qu'il subit une pollution non négligeable, mais lors des nuits claires le ciel est de bonne qualité au zénith.



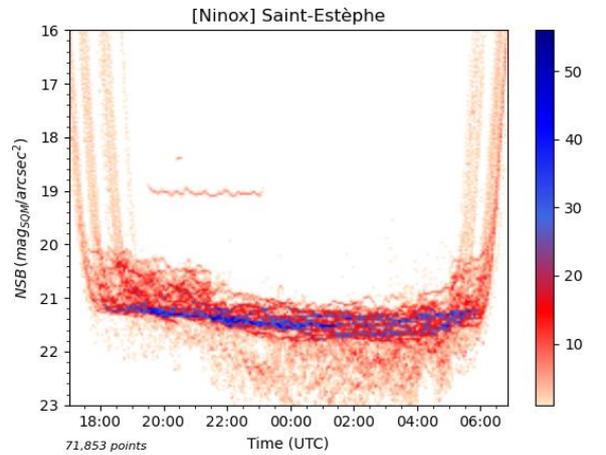
Le site de Rochechouart subit un impact du fait de la proximité de Saillat-sur-Vienne et plus globalement de l'agglomération de Limoges. Ceci est bien visible du fait de l'étendue positive de NSB importante.



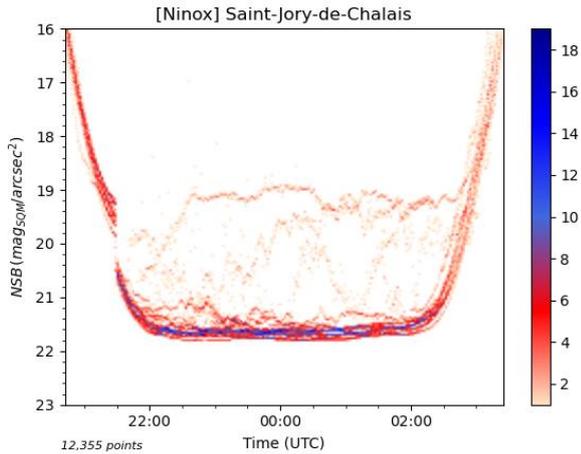
Le site de Saint-Auvent est clairement impacté par la proximité de l'agglomération de Limoges avec un meilleur NSB qui plafonne à 21,5 mag/arcsec².



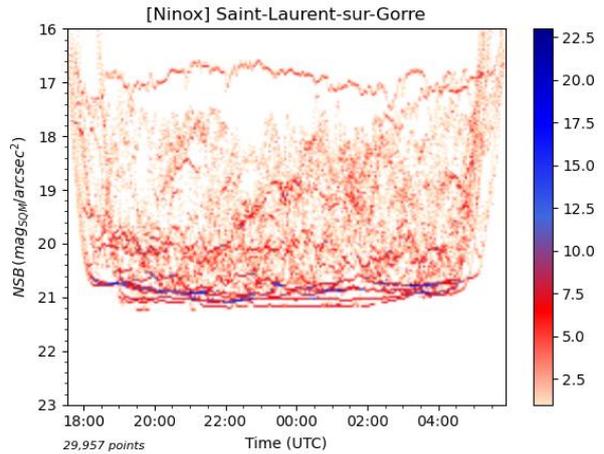
Le site de Saint-Barthélemy-de-Bussière est l'archétype du site fortement impacté par une pollution d'origine locale. Après extinction à 23h30 TU, l'étendue de NSB s'inverse fortement. Il a fait essentiellement mauvais durant la période ce qui fait qu'il est difficile d'estimer les meilleurs NSB que l'on peut obtenir sur le site.



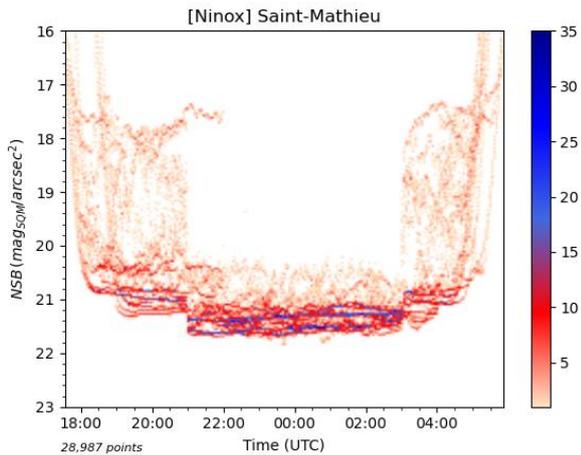
Malgré le faible nombre de nuits claires et la présence de la neige, on peut voir sur l'histogramme que l'on atteint des bons niveaux de ciel sombre après extinction à 21h30 TU.



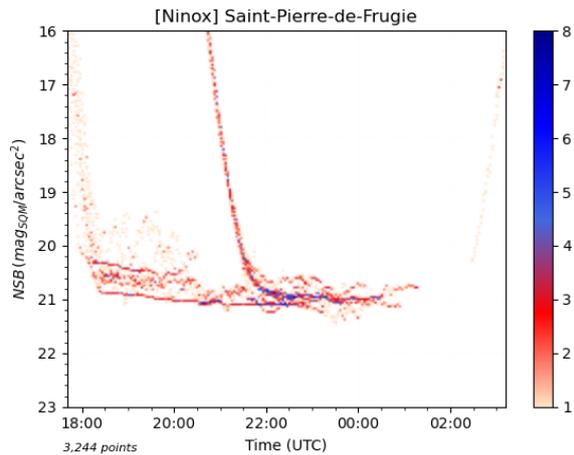
Le site souffre d'une pollution locale probablement liée à une extinction du village voisin qui n'est pas totale (on voit l'extinction et malgré tout une étendue de NSB diffuse mais importante). On atteint malgré tout des bonnes qualités de ciel par nuit claire. Il se peut aussi que l'extinction ne soit pas pratiquée durant les week-ends, ce qui expliquerait l'étendue positive de NSB très importante malgré un niveau absolu de NSB très correct.



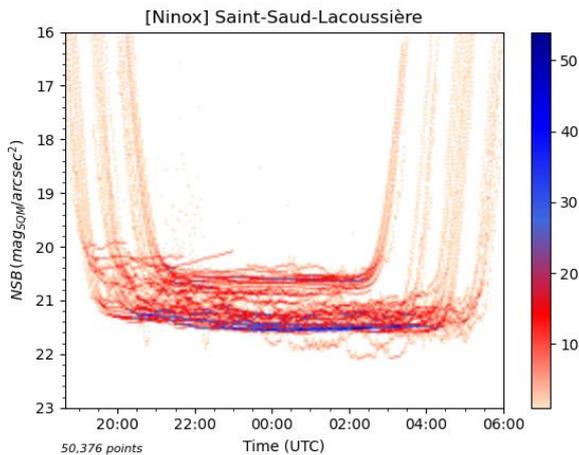
Le site de Saint-Laurent-sur-Gorre est fortement impacté par la pollution lumineuse aussi bien locale (Saint-Laurent-sur-Gorre) que distante (agglomération de Limoges).



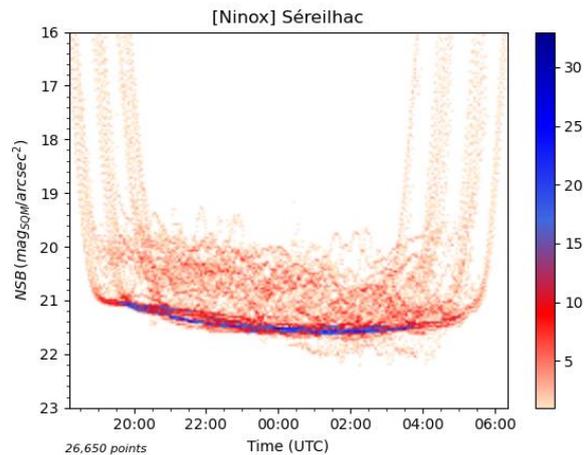
Après extinction, la qualité du ciel s'améliore grandement sur le site de Saint-Mathieu, mais il reste toutefois une pollution lumineuse d'origine locale qui empêche d'atteindre des niveaux de NSB élevés.



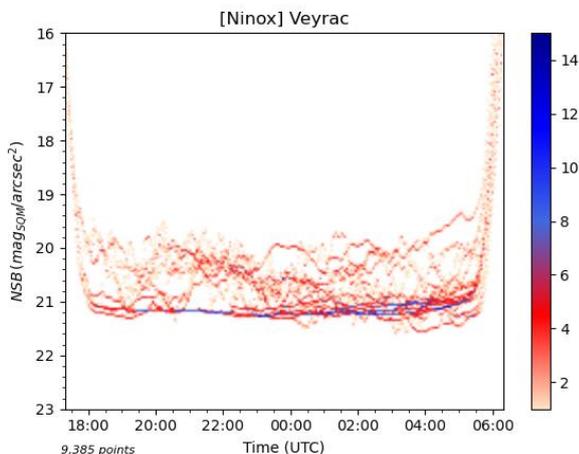
Peu de données ont été enregistrées sur le site de Saint-Pierre-de-Frugie du fait d'un problème technique sur le Ninox. On peut toutefois évaluer le meilleur NSB obtenu sur ce site qui montre une pollution locale assez forte.



Un éclairage local semble avoir provoqué l'apparition de courbes à un niveau élevé sur le diagramme. Hors de cette période, le NSB atteint un niveau correct typique d'un ciel rural.



Il n'y a pas d'extinctions visibles sur le site de Séreilhac qui a le profil typique d'un site impacté par une agglomération importante à relativement faible distance.



Le site de Veyrac est situé en-dehors du parc au nord-ouest de Limoges. Il est un peu plus impacté que le site de Séreilhac avec moins d'opportunités de NSB relativement élevés par nuit claire.

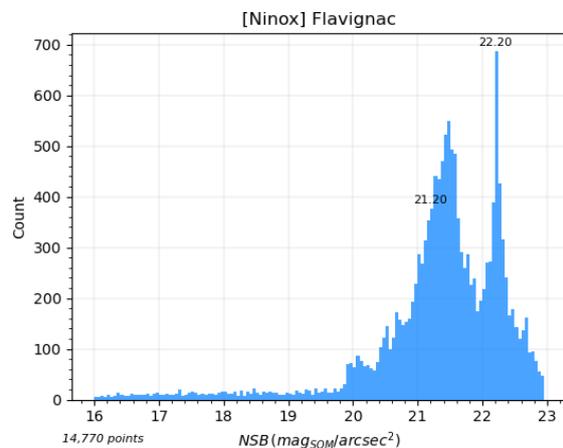
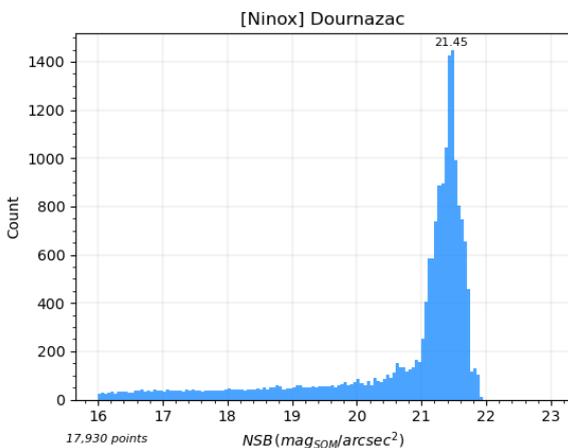
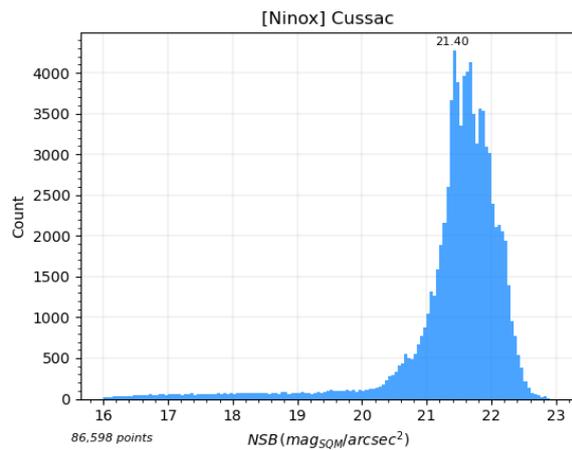
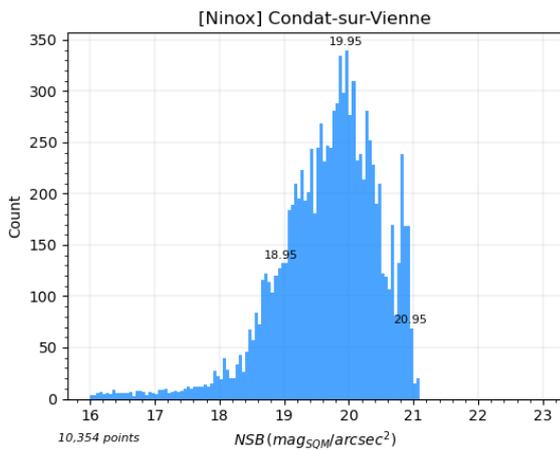
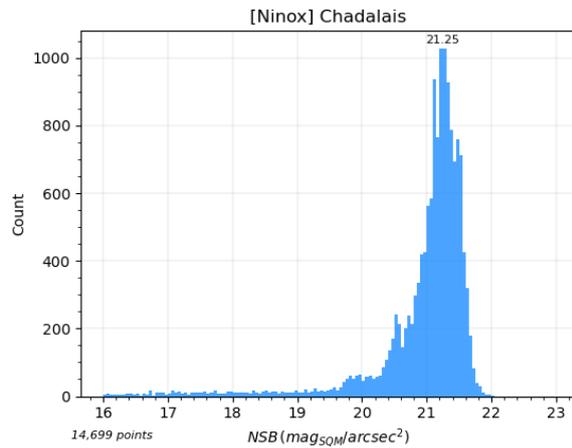
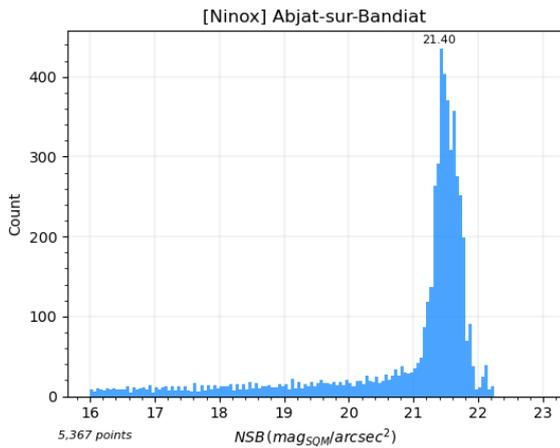
4.5.2 Histogrammes de magnitude

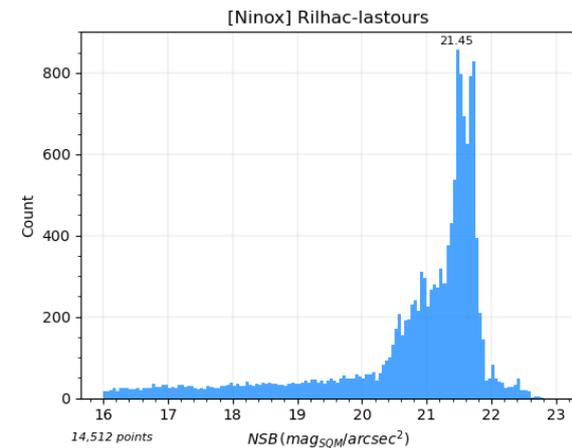
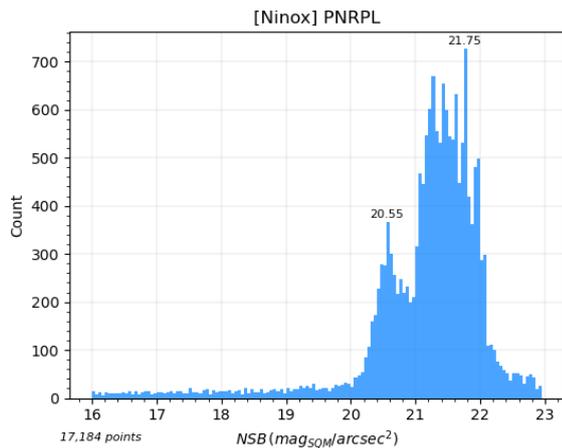
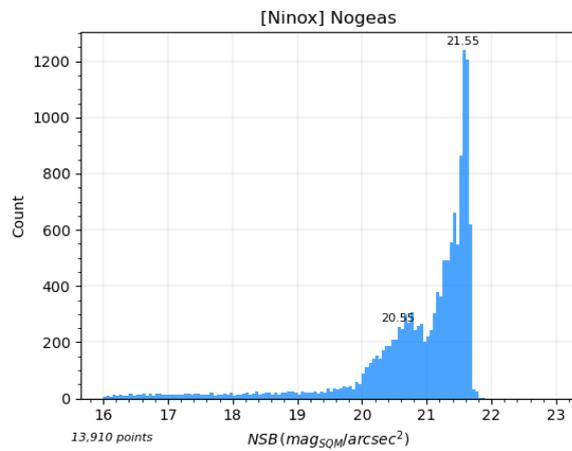
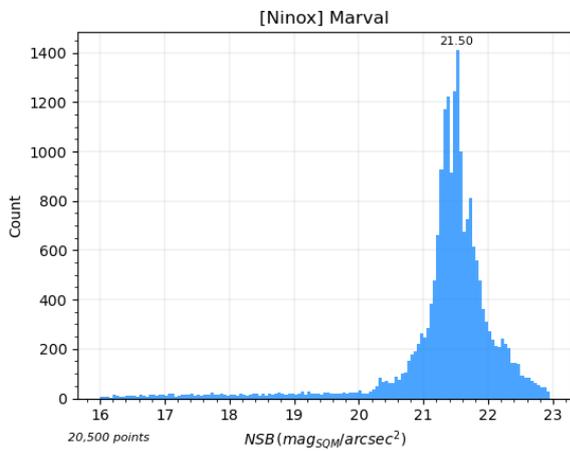
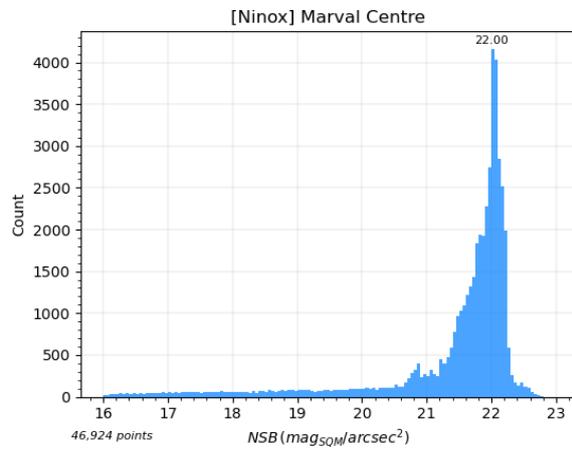
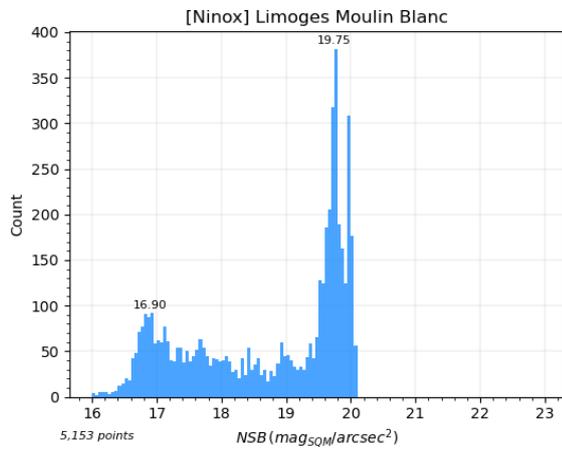
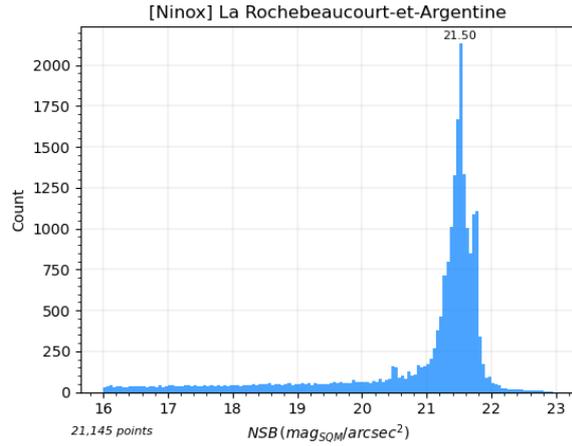
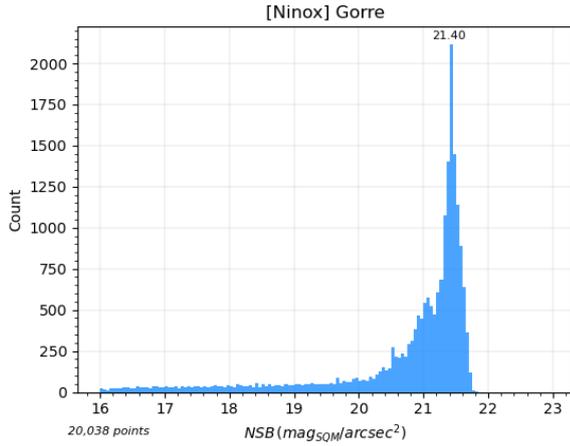
Les histogrammes de magnitude permettent de visualiser facilement les valeurs de NSB correspondant à différentes conditions atmosphériques. Sur ces diagrammes, on trace des barres verticales qui témoignent de la fréquence d'apparition des différentes valeurs de NSB sur l'axe horizontal.

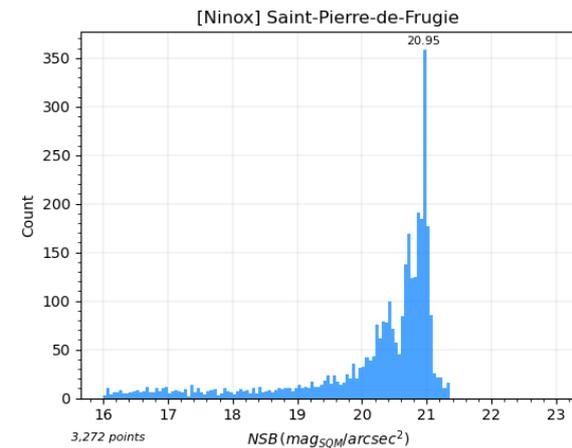
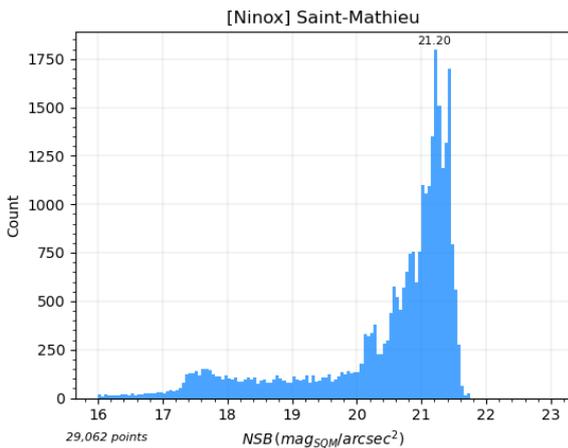
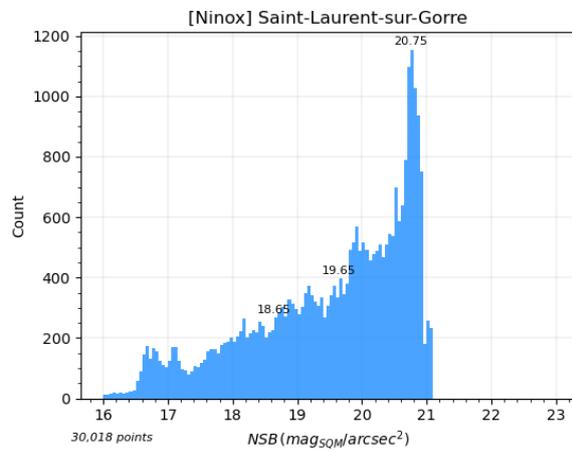
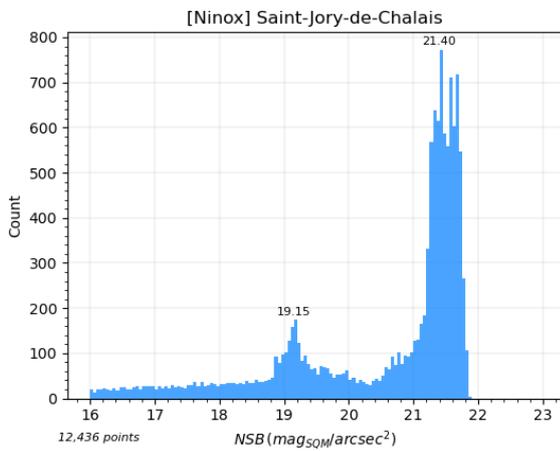
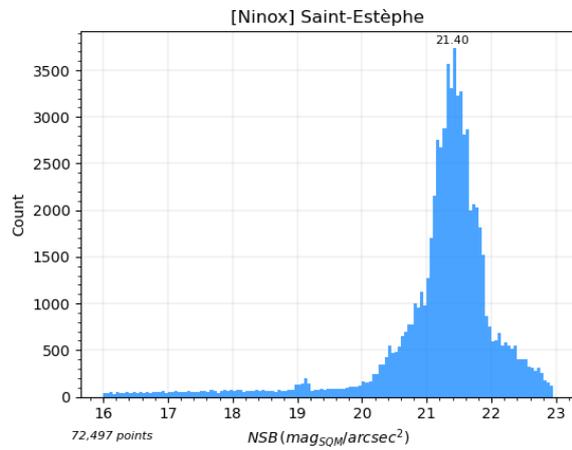
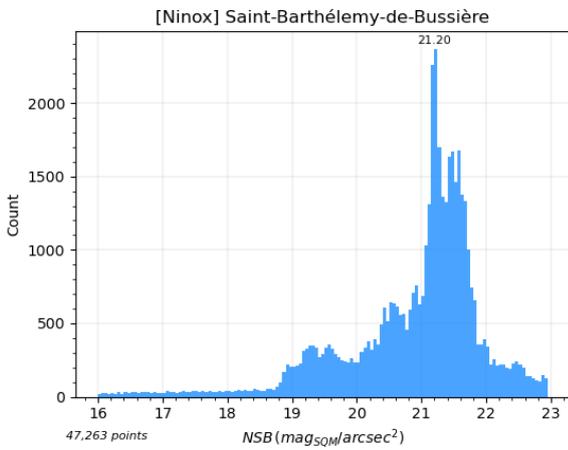
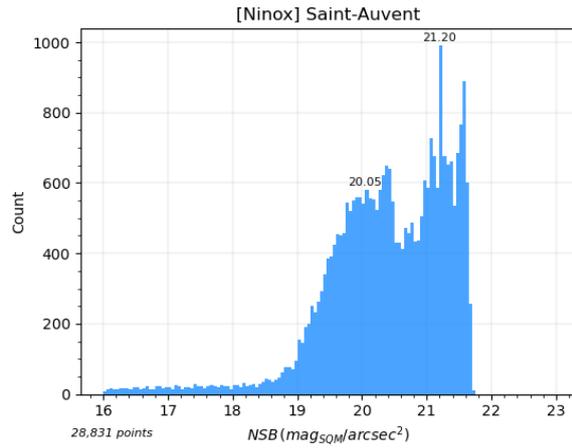
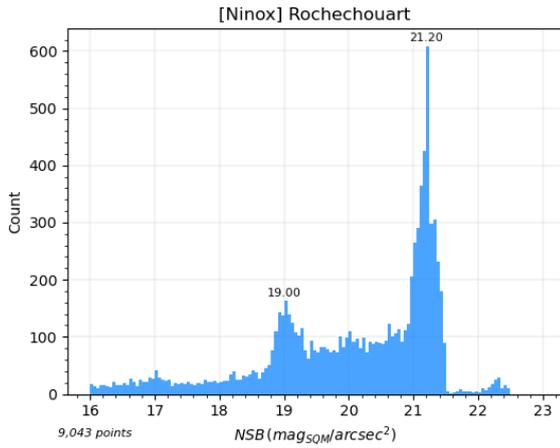
Les histogrammes de magnitude des 25 sites de mesure Ninox sont fournis ci-dessous (l'échelle de NSB horizontale est la même pour tous les histogrammes afin de pouvoir réaliser des comparaisons). La plupart des histogrammes font apparaître un pic élevé sur la droite du diagramme. Ce pic définit en quelque sorte le NSB de référence du site par conditions moyennes de ciel clair. Il ne s'agit pas du meilleur NSB obtenu sur le site (qui se situe plus sur la droite), mais plutôt d'un NSB nominal moyen qui apparaît de manière fréquente par ciel clair. Plus le pic de ciel clair est à droite, meilleure est la qualité du site.

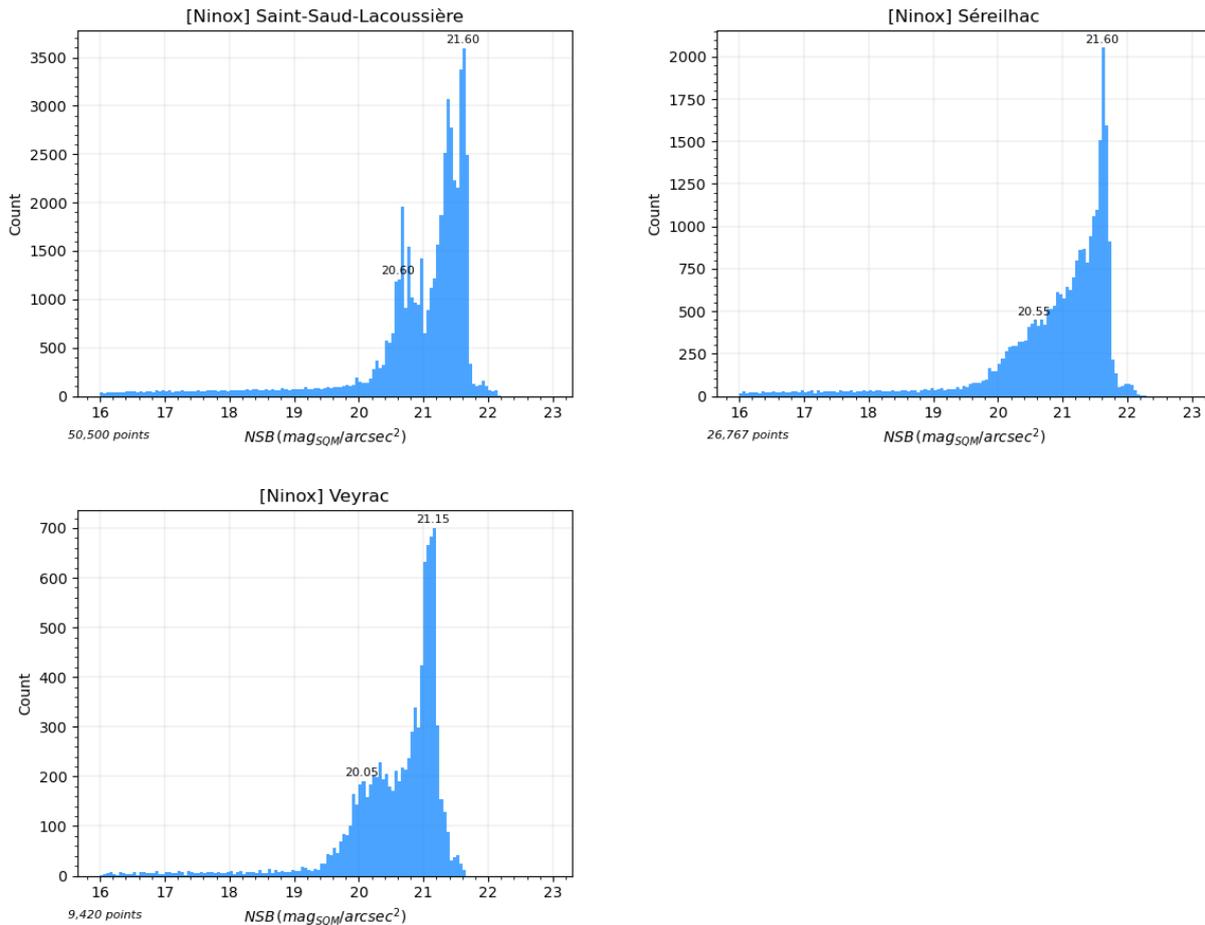
Les sites peu pollués n'ont qu'un pic dans leur histogramme (pic de ciel clair) alors que les sites plus pollués font apparaître des pics sur la gauche du pic de ciel clair qui correspondent aux conditions de

ciel couvert les plus fréquentes. Plus la partie gauche des histogrammes est peuplée (forte luminosité par conditions de ciel couvert), plus la pollution lumineuse relevée sur le site est importante. Si certains sites possèdent un ou plusieurs pics en partie droite, cela peut signifier que l'étendue de NSB est inversée et que le pic de ciel couvert est placé plus à droite (zone plus sombre) que le pic de ciel clair. Cela est typique des sites de qualité qui s'assombrissent en présence de nuages, ce qui est le cas de quelques sites du PNR Périgord-Limousin. Les pics sur la droite du diagramme peuvent aussi être liés à la présence de neige (ces conditions n'ont pas été filtrées sur les diagrammes).





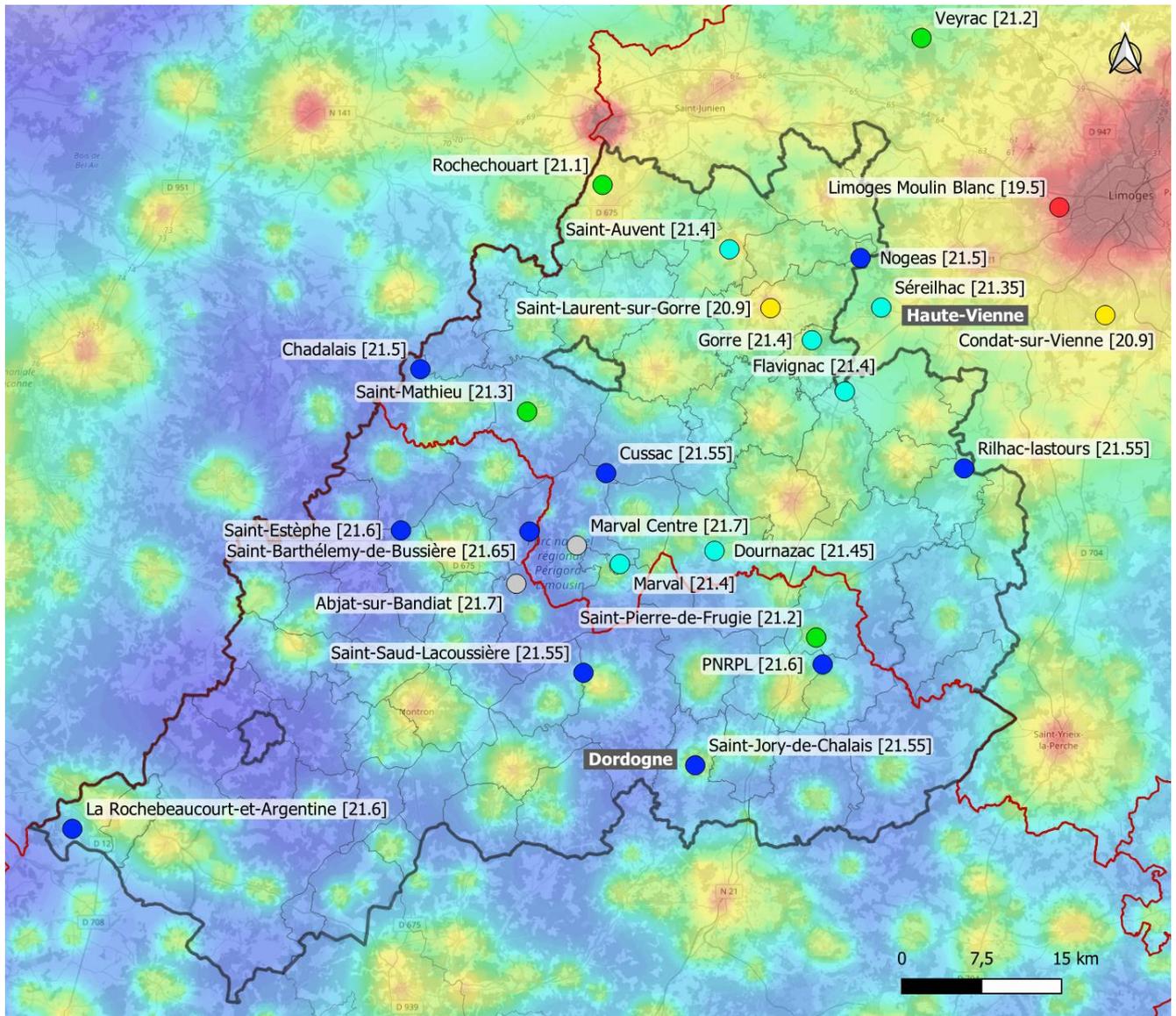




4.6 NSB en cœur de nuit

Le **NSB en cœur de nuit** caractérise un site dans des conditions moyennes de ciel clair après d'éventuelles extinctions. Il s'agit de la mesure de la brillance de ciel la plus pertinente dans le cadre de cette étude où les ciels nocturnes sont souvent d'assez bonne qualité. Comme cela a été indiqué plus haut dans ce rapport, le NSB (*Night Sky Brightness*) représente la mesure de la luminance du fond de ciel au zénith (exprimée en mag/arcsec²) et définit donc une échelle de pollution lumineuse (plus sa valeur est basse, plus le fond de ciel est brillant et plus la pollution lumineuse est importante).

La carte ci-dessous montre les NSB en cœur de nuit évalués pour chacun des 25 sites de mesures sur la base d'une analyse statistique des données reportées par les systèmes Ninox. Il s'agit donc des valeurs typiques de qualité de ciel que l'on peut constater après extinction et diminution de l'activité humaine en cœur de nuit par ciel clair et sans Lune. Le fond de carte est celui obtenu par simulation à partir des données de radiance satellite (jeu composite synthétique 2019) par des conditions moyennes de ciel clair et en cœur de nuit (i.e. après extinction des communes). Cette carte de pollution lumineuse montre donc les NSB en cœur de nuit que l'on peut attendre en tout point du territoire, en absence de Lune et après extinction en cœur de nuit.



NSB en cœur de nuit obtenu s sur les sites de mesure Ninox

Les couleurs utilisées pour les NSB sur chacun des 25 sites de mesure Ninox sur la carte se rapportent à l'échelle montrée au début de cette section, et la même échelle de couleur est utilisée pour la carte issue de la simulation de la pollution lumineuse. On voit qu'il y a globalement une assez bonne cohérence entre le résultat de simulation et les mesures sauf pour quelques sites (sachant qu'il y a des effets de seuils pour les couleurs utilisées sur les points de relevés Ninox et que des éclairages locaux peuvent aussi jouer sur les NSB mesurés en cœur de nuit).

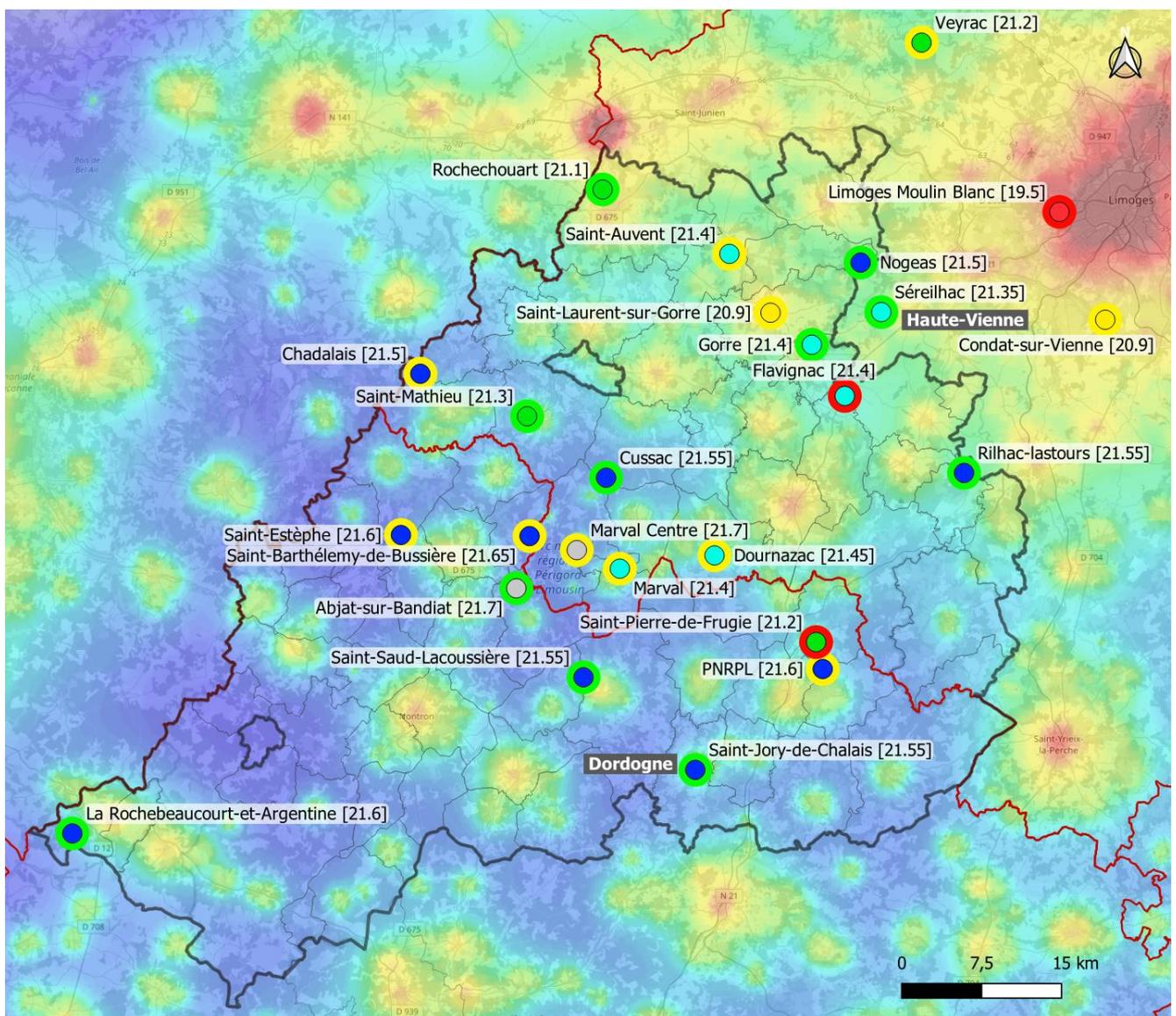
Pour certains sites, il se peut que la topographie des lieux atténue la pollution lumineuse à moyenne distance. Pour d'autres sites, par exemple Saint-Jory-de-Chalais, il est possible que l'extinction ne soit pas pratiquée tous les jours de la semaine ce qui induit un niveau de radiance significatif et donc un halo visible dans la carte de pollution lumineuse de cœur de nuit (alors que les mesures Ninox fournissent un NSB de cœur de nuit meilleur). Il est de façon générale plus pertinent de juger de la qualité d'un site en analysant les histogrammes fournis pour chacun des sites dans les deux sections précédentes de ce document.

Certains sites ne semblent pas être en accord avec les prédictions de la carte, et ce sont généralement ceux pour lesquels on ne dispose pas d'assez de données, ou bien pour lesquels des problèmes de mesure ont été rencontrés, comme cela a été indiqué dans les commentaires attachés aux

histogrammes de densité plus haut dans cette section. Afin de mieux visualiser les sites problématiques, un indice de confiance sur les mesures Ninox a été attribué à chaque site :

- **0** si très peu de mesures Ninox ont été réalisées, ou bien si des problèmes de mesure ont été rencontrés, ne permettant pas de déterminer de manière fiable un NSB en cœur de nuit ;
- **1** si la campagne de mesure sur le site est imparfaite (par exemple pas suffisamment longue ou avec un problème technique), ne permettant que de faire une détermination approchée du NSB en cœur de nuit ;
- **2** si les mesures Ninox ont été réalisées sur une longue période et permettent de très bien caractériser le site avec une très bonne confiance sur la détermination du NSB en cœur de nuit.

La carte ci-dessous montre à nouveau les 25 sites de mesure avec les valeurs de NSB en cœur de nuit, mais avec cette-fois-ci une pastille colorée disposée autour du point représentant la mesure de chaque site. Cette pastille est **rouge** si l'indice de confiance est de 0, **jaune** s'il est de 1 et **vert** s'il est de 2. Cette approche permet de visualiser rapidement la confiance que l'on peut avoir de la détermination du NSB de cœur de nuit et ainsi réaliser une comparaison plus pertinente avec le résultat de la simulation de pollution lumineuse.



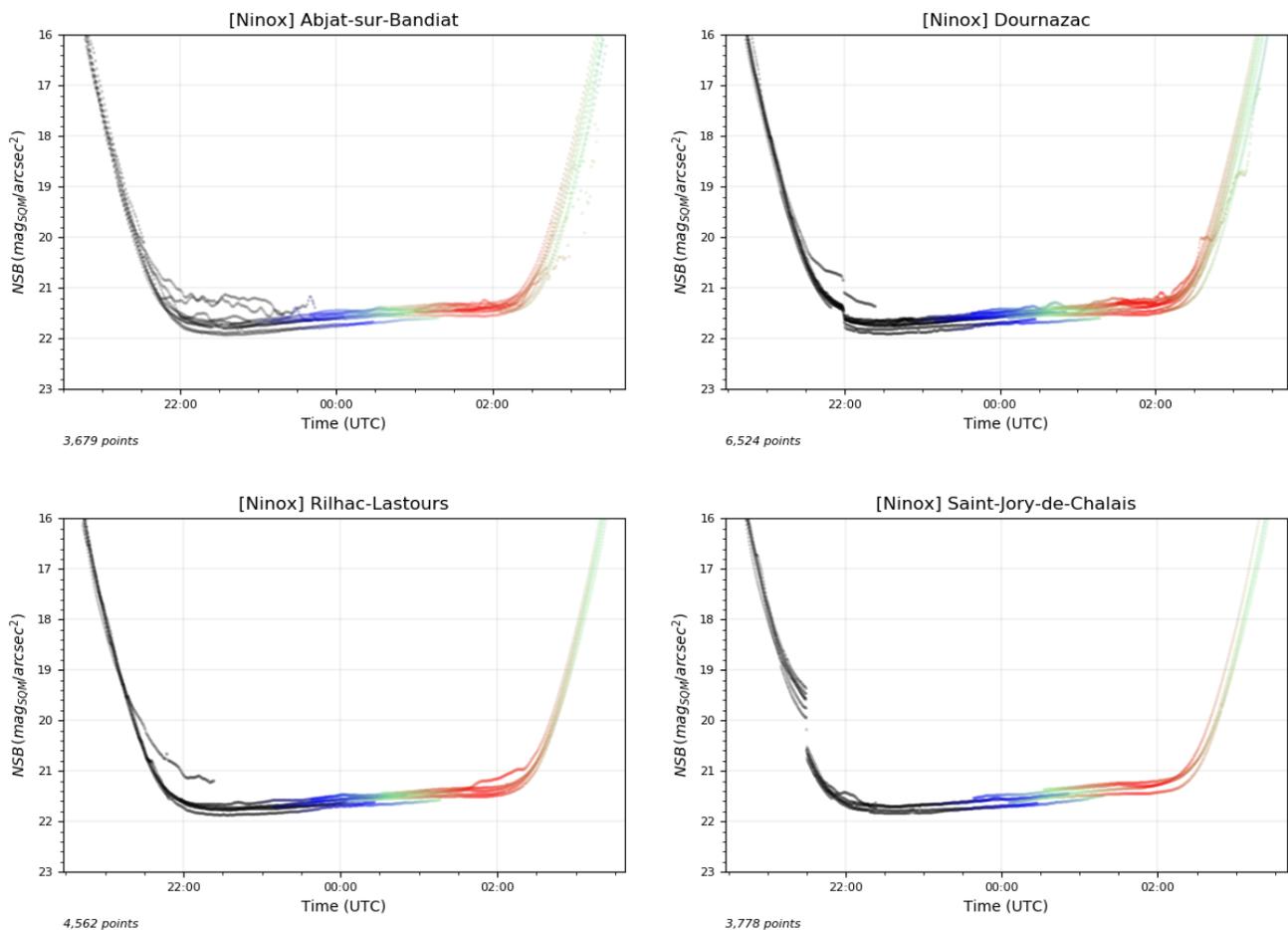
NSB en cœur de nuit pour les 25 sites de mesures Ninox avec en fond leur indice de confiance (rouge=confiance faible, jaune=confiance moyenne, vert=confiance élevée)

4.7 Meilleures nuits sur certains sites

Un phénomène intéressant est observé parmi quelques-uns des sites les plus sombres de l'étude pour lesquels la période de mesure Ninox a été particulièrement favorable en termes de nombre de nuits claires sans Lune. Durant ces nuits claires, la luminosité du fond de ciel au zénith a tendance à varier au cours de la nuit du fait du passage de la Voie lactée au zénith.

Les graphiques ci-dessous montrent les meilleures nuits obtenues sur la période du 21 juin au 13 juillet 2019 durant laquelle le temps a été particulièrement favorable sur le PNR Périgord-Limousin. Les courbes sont tracées en codant la couleur en fonction de la valeur absolue de la latitude galactique du zénith selon le dégradé rouge (0° de latitude galactique), vert (10° de latitude galactique), bleu (20° de latitude galactique) et noir (30° de latitude galactique et au-delà). Lorsque la latitude galactique du zénith est proche de zéro, cela signifie que la Voie lactée est bien présente au zénith et que l'on peut s'attendre à une luminance accrue mesurée par les systèmes Ninox (zones rouges dans les courbes). Lorsque la latitude galactique du zénith est élevée en valeur absolue, cela signifie que la Voie lactée n'est pas du tout présente au zénith et que l'on peut s'attendre à une luminance moins élevée mesurée par les systèmes Ninox (zones noires dans les courbes).

Les nuits ont été filtrées automatiquement au travers d'une heuristique pour ne garder que celles qui comportent les profils de NSB les plus lisses, ce qui explique quelques imperfections dans les tracés.



On remarque facilement que le profil général est le même pour tous les sites. La Voie lactée commence à entrer dans le champ du détecteur Ninox (qui mesure la brillance du ciel selon un angle de 20° au zénith) vers 23h00 TU et la zone la plus brillante de la Voie lactée arrive au zénith en fin de nuit.

Bien que certains sites ne soit pas indemnes de pollution lumineuse même après les extinctions constatées, la contribution de la Voie lactée est bien visible lors des nuits claires. On constate pour Dournazac, qui est a priori le site le plus impacté des 4, une plus grande variabilité des niveaux de NSB entre les différentes nuits claires, ce qui peut s'expliquer par une plus grande dépendance à la qualité de l'atmosphère (aérosols, humidité) du fait de la proximité de sources de pollution lumineuse.

Ces courbes où la contribution de la Voie lactée est très visible montrent la très bonne qualité de ciel qu'il est possible d'atteindre sur certains sites du PNR Périgord-Limousin.

5 Simulation de la pollution lumineuse

La réalisation de simulations de la pollution lumineuse sur le territoire du Parc naturel régional Périgord-Limousin est nécessaire à plusieurs titres :

- La simulation permet, pour des conditions spécifiques de conditions atmosphériques, d'estimer la qualité de ciel en tout point du territoire et d'identifier les zones à enjeu ;
- Elle permet aussi de bien différencier les situations en extrémités de nuit (sans extinction) et en cœur de nuit (après extinction) ;
- Elle permet également de définir les contours possibles de la zone cœur pour le projet de RICE.

Dans le cadre de ce projet pour le territoire du Parc naturel régional Périgord-Limousin, il a été décidé de réaliser deux simulations :

1. La première simulation a pour objectif de représenter la situation en cœur de nuit après extinction des communes qui ont adopté cette pratique. Cette simulation est réalisée en utilisant des données de radiance satellite VIIRS-DNB d'un jeu synthétique assemblé à partir de radiances satellites mensuelles³ de l'année 2019. Ce processus de création d'un jeu synthétique à partir de données de radiances mensuelles a été développé par DarkSkyLab sachant que jusqu'à très récemment le NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) ne fournit pas de jeux composites annuel en dehors des années 2015 et 2016 (des jeux de données annuels viennent d'être mis à disposition mais ils n'ont pas encore été qualifiés et calibrés pour une utilisation dans le cadre d'études de la pollution lumineuse). On fait l'hypothèse que les heures de passage satellite sont telles que les radiances obtenues sont représentatives des conditions d'extinction en cœur de nuit ;
2. La seconde simulation a pour objectif de représenter la situation en extrémités de nuit sans extinction des communes qui ont adopté cette pratique. Du fait des extinctions pratiquées en cœur de nuit, la modélisation de la pollution lumineuse en extrémités de nuit doit nécessairement mettre en œuvre des radiances supplémentaires pour les communes dont on suspecte qu'elles pratiquent une forme d'extinction. La méthodologie utilisée pour simuler cette situation en extrémités de nuit est la suivante :
 - Calcul des ratios "radiance 2019 / population" pour toutes les communes du PNR ;

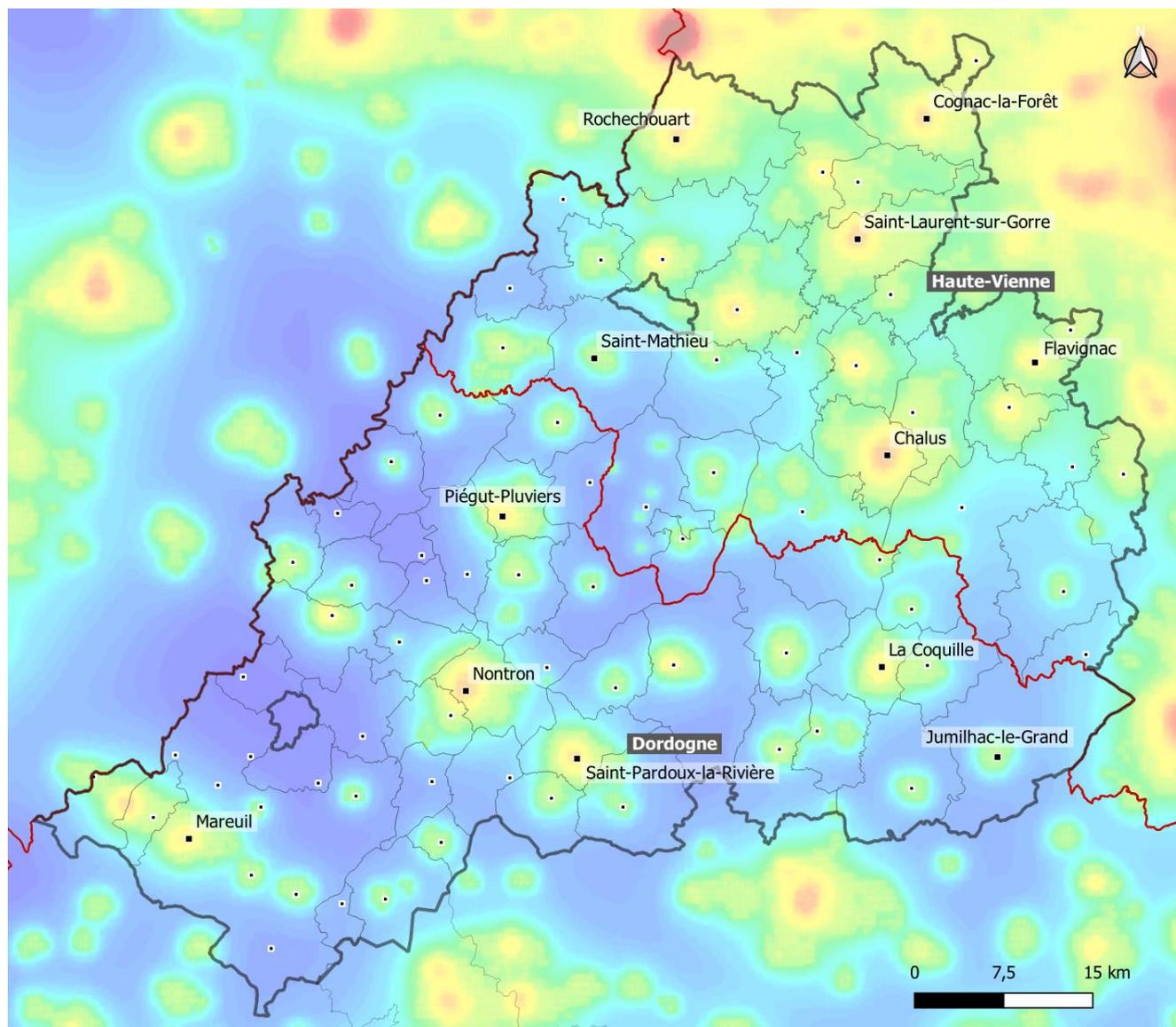
³ Voir les données du NOAA sur https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html

- Définition d'une valeur de coupure en-dessous de laquelle on considère qu'il y a une forme d'extinction des communes en cœur de nuit. Cette valeur de coupure est définie à partir de l'expérience de DarkSkyLab sur le calcul des ratios radiance / population pour des territoires pour lesquels on disposait des radiances, des points lumineux et des déclarations d'extinction.
- Réalisation d'une simulation mixte qui fait intervenir 3 types de données :
 - Données de radiance satellite 2019 pour l'ensemble du territoire ;
 - Données de points lumineux pour les communes pour lesquelles on dispose de ces données et qui pratiquent une forme d'extinction. Pour le PNR Périgord-Limousin, 34 communes ont été identifiées comme pratiquant une forme d'extinction et possèdent des points lumineux associés ;
 - Données de population pour les communes pour lesquelles on ne dispose pas des données de points lumineux et qui pratiquent une forme d'extinction. Pour le PNR Périgord-Limousin, 11 communes ont été identifiées comme pratiquant une forme d'extinction alors que l'on ne possède pas de points lumineux associés (sur le département de Haute-Vienne).

Les radiances ajoutées (points lumineux ou radiances associées à des population) pour compenser les extinctions en cœur de nuit sont pondérées par le ratio radiance / population de chaque commune (i.e. si ce ratio vaut 0 on utilise toute la radiance supplémentaire, sinon on utilise un facteur déterminé linéairement par rapport à la valeur de coupure). Cette approche permet de ne pas surévaluer la contribution des parcs d'éclairage éteints en cœur de nuit.

5.1 Simulation en cœur de nuit

La carte ci-dessous montre le résultat de la simulation en cœur de nuit réalisée uniquement à partir des données de radiance satellite VIIRS-DNB du composite synthétique 2019, ceci dans des conditions moyennes de ciel clair. Les bourgs (et non pas les centres des communes puisque plusieurs bourgs peuvent être regroupés pour former une seule commune) sont indiqués par des carrés noirs et ils permettent de voir les agglomérations avec peu d'émissions de lumière ou bien sur lesquelles des extinctions notables sont constatées. L'échelle de couleur utilisée dans cette carte est la même que celle présentée dans la section 4.2 de ce document. Les limites du Parc naturel régional Périgord-Limousin sont représentées (trait fort en noir) ainsi que les limites des départements (trait rouge) et les limites des communes (traits en gris clair). Le fond de carte OpenStreet Map a été retiré de manière à mieux visualiser les niveaux de pollution lumineuse sur le territoire.



Simulation de la pollution lumineuse en cœur de nuit

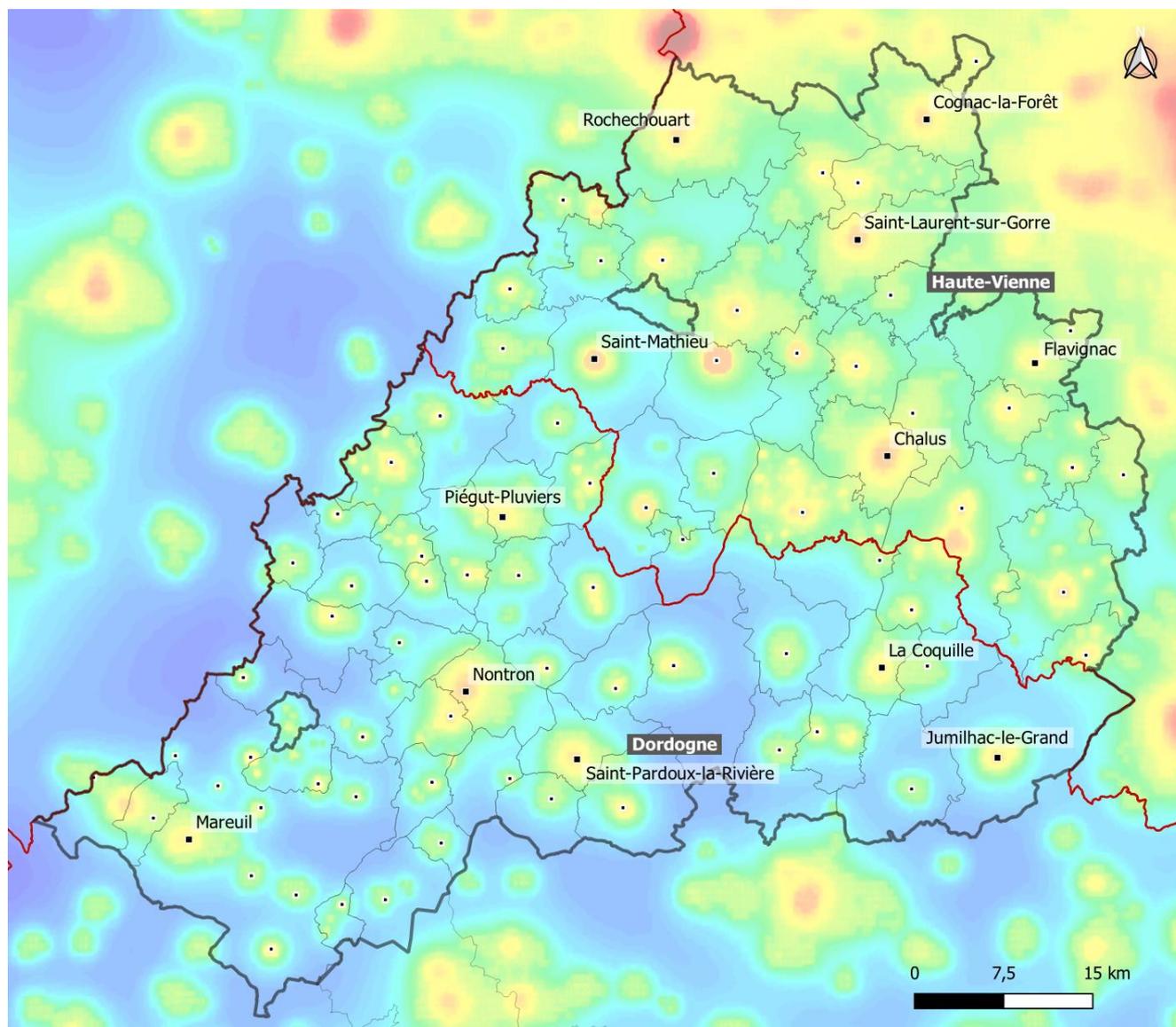
On constate que de larges zones du PNR sur le département de la Dordogne et au sud du département de la Haute-Vienne possèdent des ciels de bonne qualité en cœur de nuit. On ne distingue toutefois pas de zones très sombres (NSB au-delà de $21,75 \text{ mag/arcsec}^2$) du fait d'une densité de communes ne pratiquant pas l'extinction en cœur de nuit relativement élevée.

Toutes les cartes de pollution lumineuses montrées dans ce rapport sont disponibles sous forme de rasters GeoTIFF. Elles permettent de connaître en chaque point du territoire la valeur estimée du NSB pour les conditions de simulation correspondantes.

5.2 Simulation en extrémité de nuit

Comme indiqué au début de cette section, la simulation de la pollution lumineuse en extrémités de nuit, et donc sans extinction, utilise plusieurs sources de données : des données de radiance satellite, des données de points lumineux et des données de population. On parle alors de **simulation en mode mixte**.

La carte ci-dessous montre le résultat de la simulation mixte qui permet de représenter la situation en extrémités de nuit dans des conditions moyennes de ciel clair.

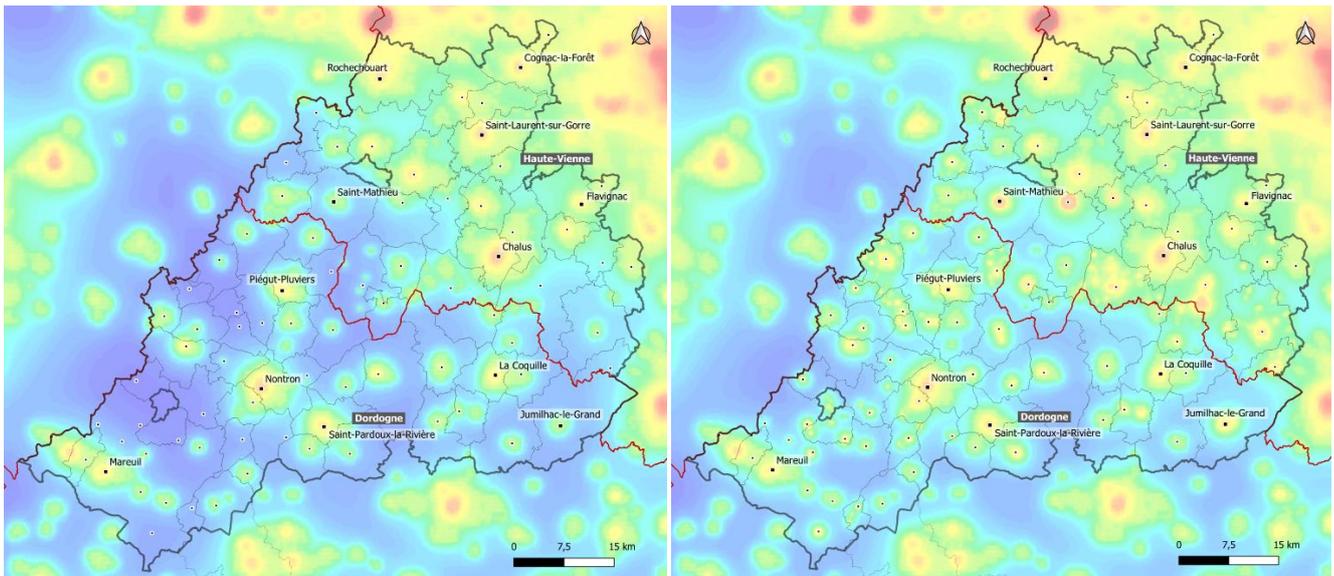


Simulation de la pollution lumineuse en extrémités de nuit

On constate une évolution significative par rapport à la situation en cœur de nuit avec des petits halos supplémentaires sur des communes et des bourgs qui pratiquent l'extinction en cœur de nuit. L'utilisation des données de points lumineux permet aussi de faire apparaître des hameaux éclairés avec un faible nombre de points lumineux qui n'apparaissent pas forcément dans les simulations réalisées uniquement à partir des données de radiance satellite.

Comme on ne possède pas les points lumineux des communes de Saint-Mathieu et Cussac, la radiance associée à ces communes a été estimée à partir de leurs populations respectives, produisant un halo dans la carte d'extrémités de nuit qui manque de réalisme. Cette technique permet cependant d'obtenir la contribution de ces communes à la pollution lumineuse en première approximation.

On constate logiquement une régression des zones sombres présents dans la situation en cœur de nuit avec un « mitage » de la zone Sud du PNR dû à la densité importante de bourgs et de hameaux. Pour faciliter la comparaison, les deux cartes de simulation en cœur de nuit et en extrémités de nuit sont positionnées côte à côte ci-dessous :



Simulation en cœur de nuit

Simulation en extrémités de nuit

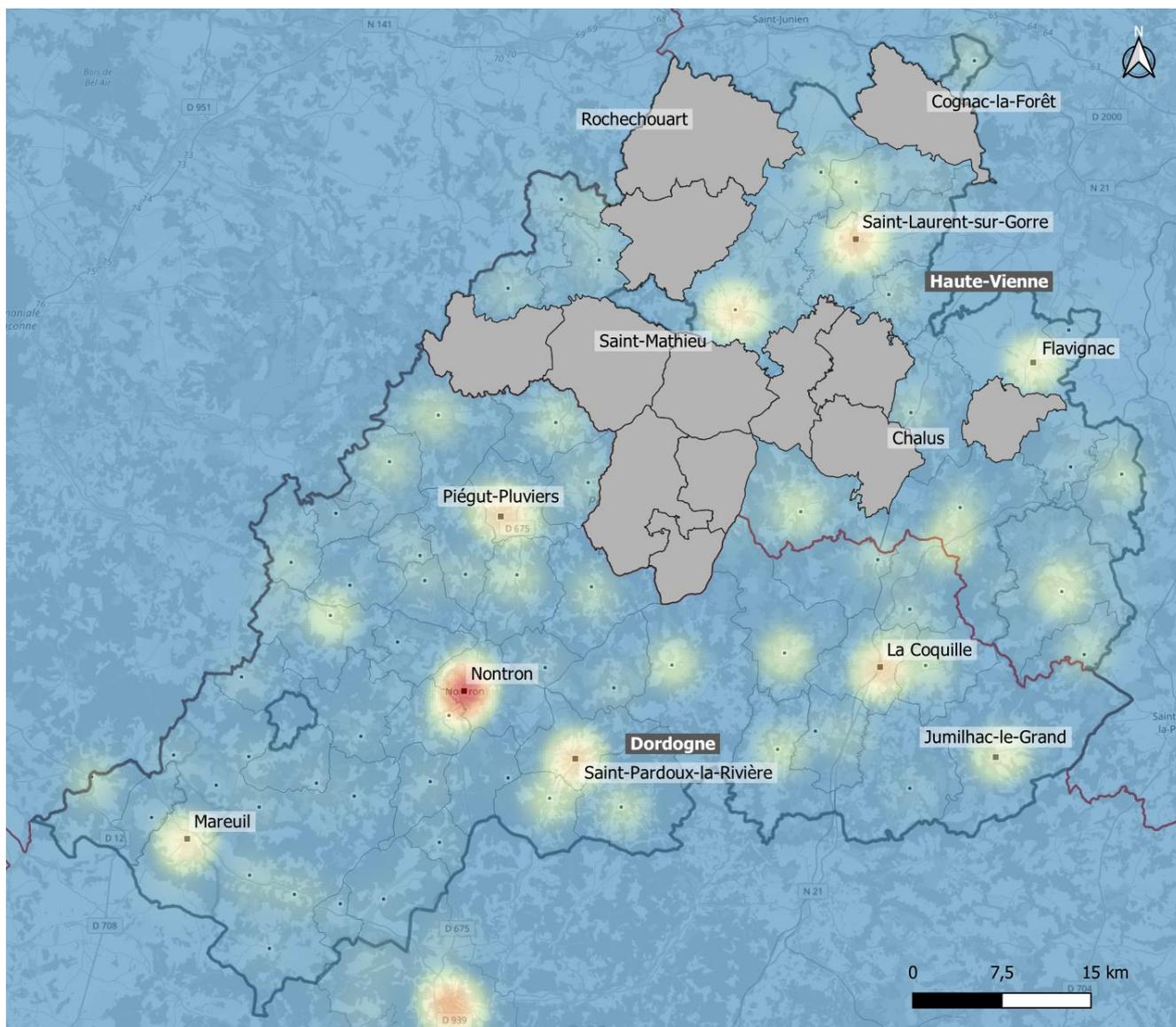
On peut constater que les deux situations sont sensiblement différentes et qu'il est important de prendre en compte la situation en extrémités de nuit pour pouvoir juger de manière pertinente de l'impact de la pollution lumineuse sur les écosystèmes.

6 Evaluation d'une zone cœur de RICE

Un des objectifs importants de cette étude est d'évaluer la faisabilité de la constitution d'une RICE (« Réserve Internationale de Ciel Etoilé ») sur le territoire du PNR. Pour cela, il s'agit en particulier d'identifier une zone cœur de la RICE qui doit satisfaire deux contraintes essentielles :

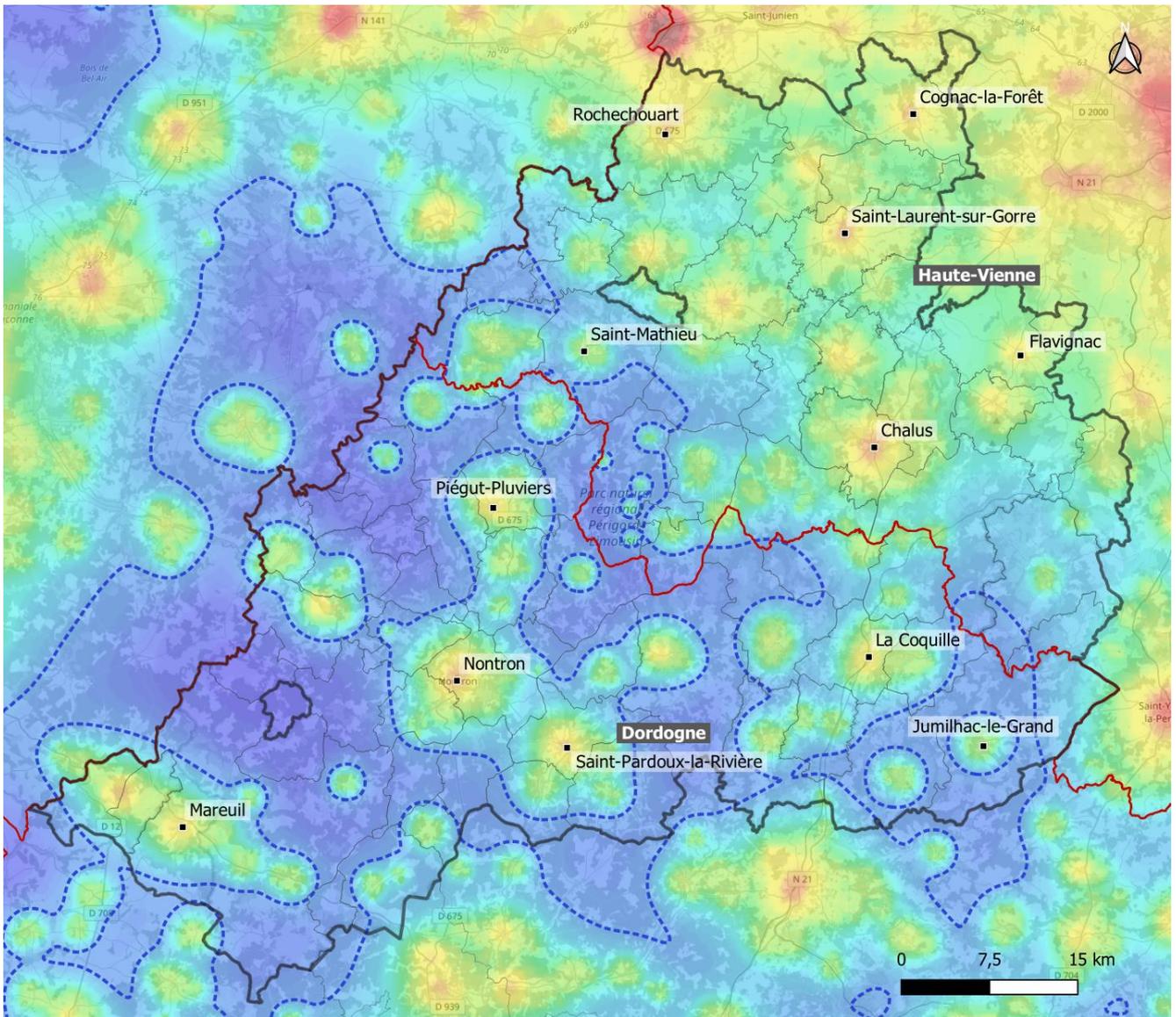
1. La luminance zénithale doit être meilleure que $21,2 \text{ mag/arcsec}^2$ en cœur de nuit sur toute la zone cœur. Il est donc impératif que les communes concernées pratiquent l'extinction sur une plage horaire minimale qui devra être définie dans le plan de gestion de l'éclairage ;
2. On doit connaître précisément la constitution des parcs de points lumineux des communes sur l'emprise de la zone cœur, en particulier en ce qui concerne la température de couleur et l'ULR des dispositifs ;

L'objectif est bien sûr de chercher à minimiser le nombre de points lumineux dans la zone cœur de RICE et il apparaît donc pertinent de déterminer dans un premier temps dans quelle partie du PNR Périgord-Limousin la densité de points lumineux est la plus faible. Pour cela, une « diffusion » des points lumineux géolocalisés qui ont été obtenus auprès des syndicats d'énergie et du PNR dans le cadre de ce projet a été réalisée. La carte ci-dessous montre le résultat obtenu avec un échelle de couleur qui va du bleu (zones les moins denses en points lumineux d'éclairage public) au rouge (zones les plus denses en points lumineux) en passant par le vert clair et le jaune clair. On ne dispose pas des points lumineux de certaines communes sur le Parc, et les densités associées à ces agglomérations ne sont donc pas représentées sur la carte. Dans ce cas, les territoires des communes concernées ont été masqués (fond gris sur la carte).



Densité de points lumineux d'éclairage public sur le territoire avec une échelle de couleur allant du bleu (faible densité de points lumineux) au rouge (forte densité de points lumineux). Les communes sans points lumineux connus ont été masquées.

Outre la connaissance de la densité de points lumineux dans les parcs d'éclairage public, il est aussi important de quantifier les zones du territoire qui bénéficient d'une bonne qualité de ciel. Pour cela, un isocontour à $21,5 \text{ mag/arcsec}^2$ a été calculé pour une situation en cœur de nuit (cette valeur correspond à un début de site sombre dans l'échelle de NSB utilisée dans ce document). La carte ci-dessous montre cet isocontour sous forme d'une ligne pointillée bleue, ceci pour une situation en cœur de nuit.



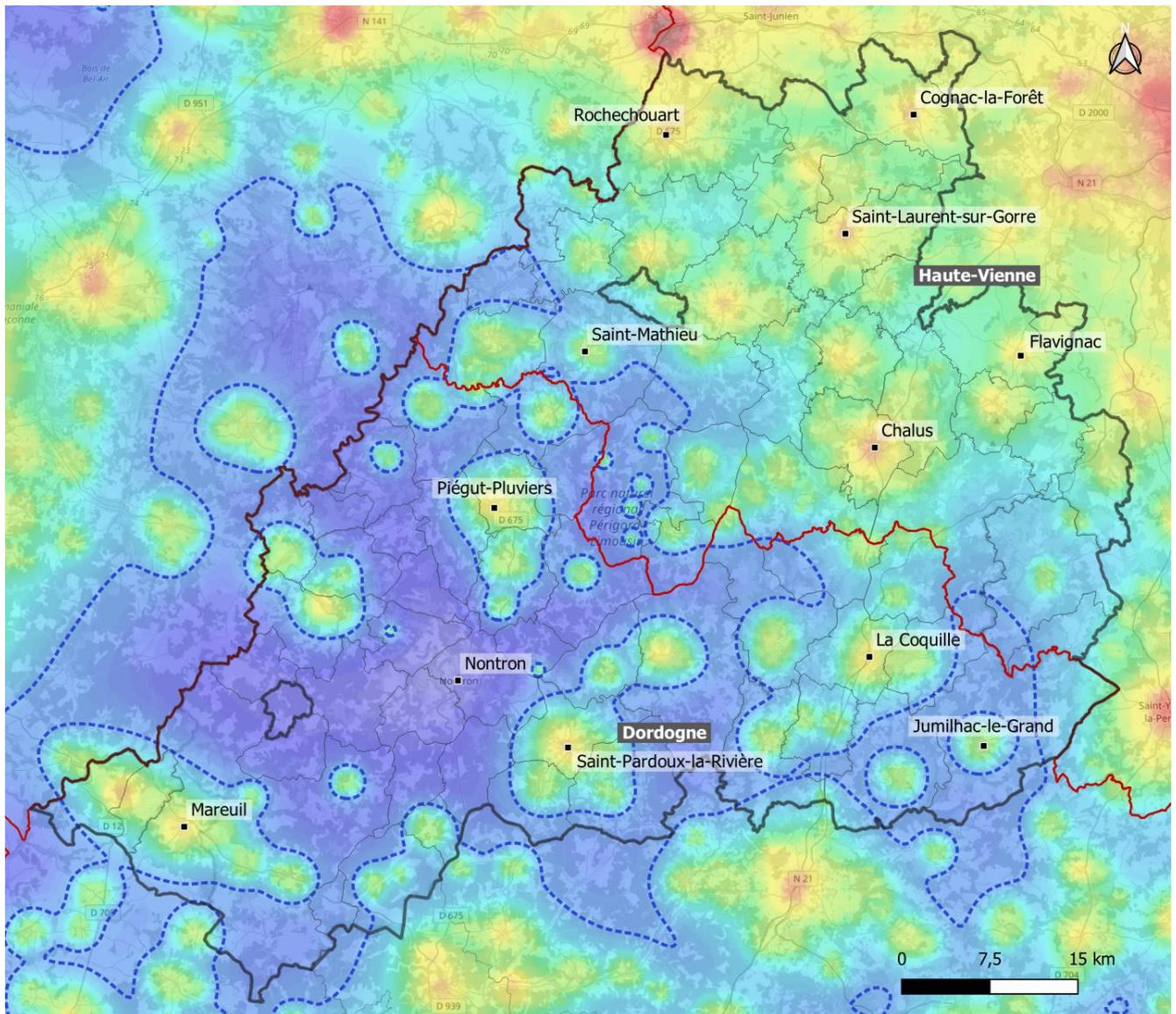
Isocontour à 21,5 mag/arcsec² pour une situation en cœur de nuit sur le territoire du PNR

On constate qu'il existe de larges zones avec une bonne qualité de ciel dans la partie du PNR située sur le département de la Dordogne, spécialement dans la partie la plus à l'ouest. Il se trouve cependant que la commune de Nontron, qui possède plus de 900 points lumineux dans son parc d'éclairage public, est située au cœur de cette zone. Cela impacte clairement la capacité à définir une zone cœur dans l'état actuel des pratiques d'extinction.

6.1 Scénario 1

Même si le nombre de points lumineux de la commune de Nontron est assez élevé, il est intéressant de simuler une situation où cette commune pratiquerait l'extinction en cœur de nuit. Pour cela, une simulation a été réalisée dans laquelle les radiances associées à Nontron et à la petite commune voisine de Saint-Martial-de-Valette ont été entièrement supprimées. On fait l'hypothèse ici que la contribution de l'éclairage privé sur ces communes est minime par rapport à celle de l'éclairage public, ce qui est un peu simplificateur car même s'il n'y a pas a priori de grosses industries sur ces communes, les activités commerciales y sont assez développées. Mais dans le cadre de cet exercice cette hypothèse permet d'évaluer le rôle que joue la commune de Nontron dans le rehaussement de la luminance de ciel sur la partie sud-ouest du PNR.

La carte ci-dessous montre le résultat obtenu après extinction en cœur de nuit de Nontron et Saint-Martial-de-Valette. L'isocontour à $21,5 \text{ mag/arcsec}^2$ est tracé avec un pointillé bleu.

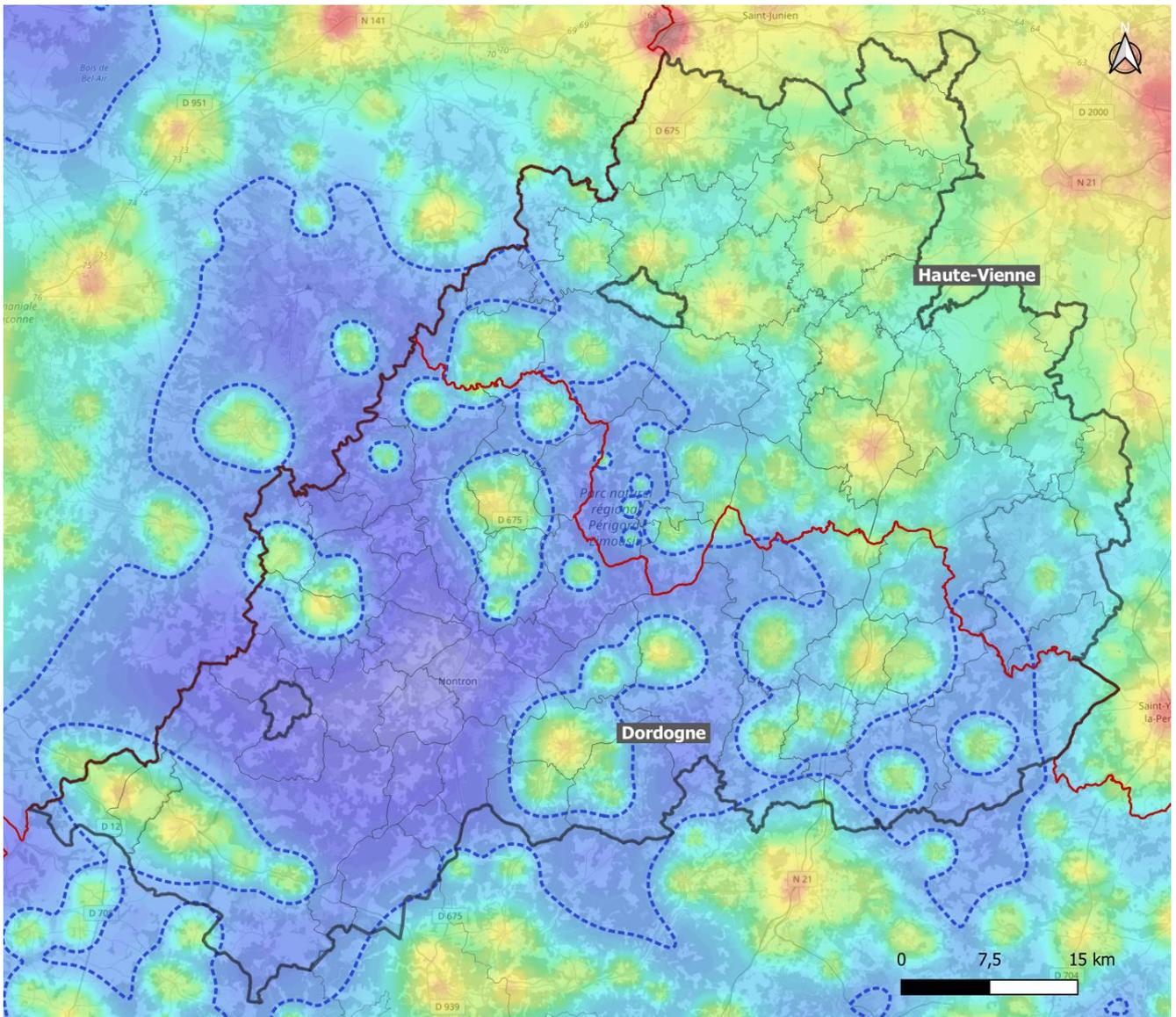


Situation en cœur de nuit après extinction des communes de Nontron et Saint-Martial-de-Valette

On voit nettement apparaître une zone beaucoup plus sombre centrée au sud-ouest de Nontron qui pourrait constituer une zone cœur de RICE. La surface de cette dernière reste malgré tout limitée, surtout si l'on prend en compte le fait que les communes qui constitueraient la zone cœur ne doivent pas être limitrophes des limites extérieures de la zone tampon (qui serait constituée par les contours du PNR).

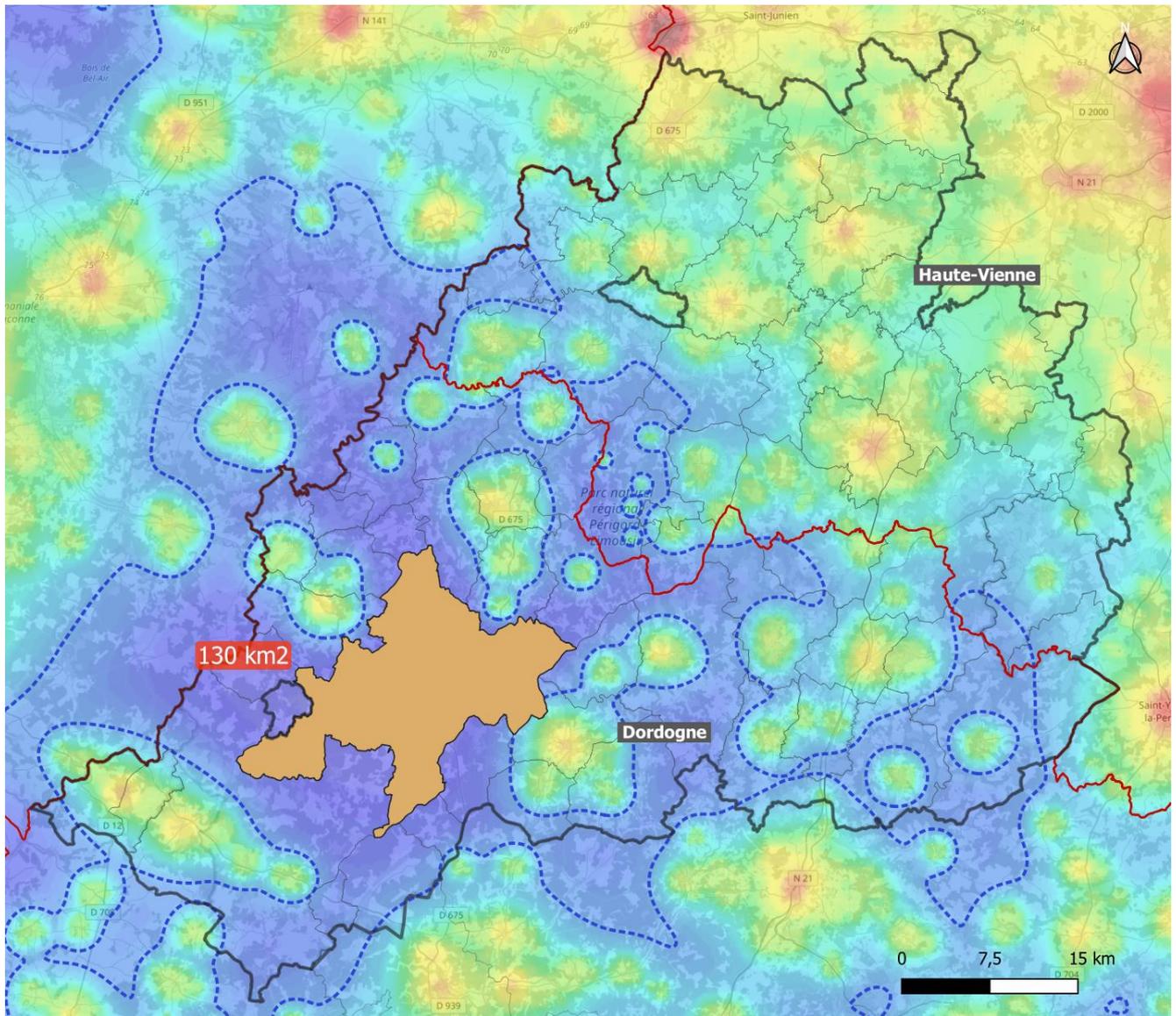
6.2 Scénario 2

L'exercice peut être poussé un peu plus loin en éteignant cette fois-ci non seulement Nontron et Saint-Martial-de-Valette, mais aussi quelques petites communes supplémentaires sur la zone : Saint-Martin-le-Pin, Savignac-de-Nontron, Champeaux-et-la-Chapelle-Pommier, la Chapelle-Montmoreau, Saint-Crépin-de-Richemont et Saint-Sulpice-de-Mareuil. La carte suivante montre le résultat obtenu après extinction en cœur de nuit de toutes ces communes. L'isocontour à $21,5 \text{ mag/arcsec}^2$ est tracé avec un pointillé bleu.



Situation en cœur de nuit après extinction de 8 communes

Dans ce scénario, une large zone sombre se dégage avec des valeurs de luminance zénithale au centre de la zone de l'ordre de $21,75 \text{ mag/arcsec}^2$ ou mieux. Il devient alors possible de définir une zone cœur constituée par 8 communes dont aucune n'est adjacente à la limite extérieure de la zone tampon qui serait constituée par les contours du PNR. Du nord au sud ce sont les communes du Bourdeix, Savignac-de-Nontron, Saint-Martin-le-Pin, Nontron, Lussas-et-Nontronneau, Saint-Martial-de-Valette, Rudeau-Ladosse et Saint-Front-sur-Nizonne. La carte ci-dessous montre le tracé de cette hypothétique zone cœur.



Zone cœur possible dans le scénario d'extinction 2

Cette zone cœur aurait une surface de 130 km² et, selon la base de données de points lumineux disponible pour le département de la Dordogne, elle comporterait 1084 points lumineux d'éclairage public dont la très grande majorité appartient à la commune de Nontron (915 points lumineux). Le nombre total de point lumineux à inventorier précisément et à mettre en conformité serait donc malgré tout raisonnable, mais il resterait à évaluer la conformité des éclairages privés et en particulier tout ce qui concerne les enseignes commerciales assez nombreuses sur cette commune.

Les deux scénarios présentés dans cette section ne constituent que deux exemples de création de zone cœur basés sur une intégration de Nontron dans cette dernière. Il sera bien sûr possible d'analyser d'autres scénarios avec les instances du Parc, surtout s'il est décidé par exemple de ne pas suivre les limites des communes actuelles pour définir une zone cœur (la commune de Mareuil-en-Périgord située à l'extrémité sud-ouest du PNR est de très grande taille et elle limite donc les possibilités de création d'une zone cœur si l'on s'en tient à ses limites).

7 Conclusion

Concernant les parcs d'éclairage public des communes, l'analyse des données techniques obtenues auprès des deux syndicats d'énergie montre que peu de travaux de modernisation vers la technologie LED ont été effectués à ce jour sur les communes du Parc naturel régional (seuls 7% des dispositifs sont à base de LED), ce qui est plutôt une bonne nouvelle à double titre : en premier lieu, il est fréquent de constater sur les territoires qui ont lancé un processus de conversion vers les technologies à base de LED sur plusieurs années que des choix techniques non conformes aux critères de l'IDA (ni même à la nouvelle législation française) ont été opérés, surtout en termes de température de couleur ; d'autre part, la très grande majorité des sources au sodium haute-pression offre une conformité immédiate aux critères IDA en termes de température de couleur. De manière générale, l'obsolescence du parc d'éclairage existant offre donc une importante marge de manœuvre pour adapter les nouveaux éclairages aux critères de conformité.

Le travail préliminaire réalisé sur les parcs d'éclairage et présenté dans ce rapport permettra de donner une idée du pourcentage de conformité par rapport aux critères IDA du parc d'éclairage public du Parc naturel régional Périgord-Limousin et ainsi d'estimer le travail restant à fournir pour constituer le dossier de labélisation RICE.

La campagne de mesures de la brillance du ciel réalisée avec les systèmes Ninox dans le cadre de ce projet permet de conclure que la plupart des sites analysés montrent une qualité de ciel encore préservée avec une luminance de ciel au zénith correspondant à des sites ruraux voire sombres, au moins lorsque les conditions nominales sont réunies (bonnes conditions météo, extinctions en cœur de nuit). La carte des NSB de cœur de nuit permet de se faire une bonne idée de ce que pourrait devenir le ciel du PNR Périgord-Limousin dans le futur, une fois que les objectifs de la RICE seront atteints.

Pour rappel, le critère d'éligibilité d'une zone cœur de RICE, en termes de luminance de ciel au zénith, est que le NSB mesuré doit être supérieur à 21,2 mag/arcsec² en tout point de la zone. L'analyse de la pollution lumineuse sur le territoire réalisée dans le cadre du projet montre qu'il existe dans la partie du PNR sur le département de la Dordogne des territoires sur lesquels une zone cœur de RICE pourrait être établie. Pour que la zone cœur ait malgré tout une taille suffisante, cela impliquerait d'inclure la commune de Nontron dans cette zone avec ses 915 points lumineux d'éclairage public et donc de mettre en conformité ce parc selon les critères édictés par l'IDA, en particulier en ce qui concerne les températures de couleur et les ULR.

Dans le cadre de la constitution d'un dossier de labélisation RICE, il est demandé de fournir un inventaire exhaustif et détaillé de tout le parc d'éclairage sur l'ensemble de la zone tampon (sans nécessité toutefois de fournir la géolocalisation). Il sera donc nécessaire de réaliser cet inventaire sur les territoires des communes pour lesquelles le SEHV n'a pas pu fournir les données et, le cas échéant, de compléter la base de données existante (en particulier les informations manquantes sur les ULR).