

Écologie de la conservation de la Bécassine géante en Guyane



Figure 1 : Bécassine géante © Méryl Gervot

- Juin 2025 -

Rapport final rédigé par Méryl GERVOT

Sous l'encadrement scientifique de :

- Pr. Frédéric Jiguet, UMR7204 CESCO, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
- Dr. Olivier Claessens, Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Guyane

Table des matières

Table des matières	1
A. Contexte et objectifs	6
I. Introduction.....	6
II. Présentation de l'espèce étudiée : La Bécassine géante <i>Gallinago undulata</i>	8
1) Systématique.....	8
2) Aire de répartition	9
3) Habitat.....	10
4) Morphologie.....	10
5) Statut de conservation	13
6) Menaces	13
III. Environnement d'étude	14
1) Contexte climatique 2023-2024	14
2) Savanes en Guyane	15
3) Zones d'étude.....	15
B. Variabilité génétique de <i>G. undulata</i>	18
I. Contexte	18
II. Matériel	18
III. Méthode.....	18
IV. Résultats.....	18
C. Etude du régime alimentaire.....	19
I. Contexte	19
II. Matériel.....	19
III. Méthodes	20
IV. Résultats de l'analyse par ©Argaly	20
V. Discussion.....	20
D. Phénologie de l'espèce.....	21
I. Contexte	21
II. Connaissance actuelle de la reproduction	21
III. Activités sonores	23
IV. Méthode.....	24
1) Mise en place sur le terrain.....	24
2) Paramètres des SM4	25
3) Automatisation de la détection.....	26

V.	Analyses.....	27
1)	Cycle lunaire	27
2)	Variables météorologiques	27
VI.	Résultats.....	28
1)	Données collectées.....	28
2)	BirdNet	28
3)	Différences entre savanes.....	30
4)	Cycle lunaire	31
5)	Variations saisonnières	32
6)	Variations horaires	33
7)	Variables météorologiques	34
VII.	Discussion.....	38
E.	Densités selon l'habitat utilisé et estimation de la taille de la population.....	40
I.	Méthodes	40
1)	Collecte de données.....	40
2)	Méthode d'analyse.....	41
II.	Résultats.....	42
III.	Discussion.....	43
F.	Recherche de nids à partir des données GPS.....	45
I.	Méthodes	45
II.	Résultats.....	46
III.	Discussion.....	46
G.	Critère de détermination du sexe et de l'âge des individus.....	48
I.	Méthode de sexage.....	48
1)	Biométrie.....	48
2)	Analyse moléculaire	48
3)	Analyse statistique	50
II.	Résultats du sexage.....	51
1)	Biométrie.....	51
2)	Analyse moléculaire	52
3)	Analyse statistique	52
III.	Discussion.....	54
IV.	Age des individus sur critères photographiques.....	54
H.	Déplacements et domaines vitaux.....	56
I.	Objectif.....	56

II.	Méthodes	56
1)	Captures des oiseaux.....	56
2)	Balises GPS.....	56
3)	Domaine vital	58
4)	Sélection de l'habitat.....	59
5)	Stratégie de dispersion.....	59
III.	Résultats	59
1)	Bilan de la pose de balises GPS	59
2)	Domaine vital	60
3)	Sélection de l'habitat.....	62
4)	Stratégie de dispersion.....	65
IV.	Discussion	70
I.	Conclusion générale	72
	Remerciement	74
	Bibliographie	76

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Figure 1 : Bécassine géante © Méryl Gervot.....	0
Figure 2 : Gallinago undulata undulata © Vincent Rufroy	8
Figure 3: Entrée d'un passage dans la végétation. Les traces de fientes et les localisations GPS confirment que l'espèce utilise ces coulées © Méryl Gervot.....	10
Figure 4 : Dos et tête d'une Bécassine géante ©Méryl Gervot	11
Figure 5 : Dessus de l'aile et Dessous de l'aile © Méryl Gervot.....	11
Figure 6 : Rectrices d'une Bécassine géante © Méryl Gervot	12
Figure 7 : Gallinago undulata, espèce cryptique © Olivier Claessens.....	12
Figure 8 : Tête de Bécassine géante avec un bec couvert de terre sèche, signe que l'oiseau sonde le sol pour rechercher sa nourriture. © Méryl Gervot.....	19
Figure 9: Poussin observé en février 2024 ©Vincent Rufroy.....	21
Figure 10 : Nid trouvé en juillet 2024 ©Steeve Mathieu	22
Figure 11 : Son répétitif émis depuis le sol © Méryl Gervot, Audacity.....	23
Figure 12 : Son émis en plein vol © Méryl Gervot, Audacity	23
Figure 13 : Son en vol accompagné par un sifflement continu © Méryl Gervot, Audacity.....	24
Figure 14 : Définition du score de confiance à partir de 1000 segments de prédiction vérifiés manuellement.....	29
Figure 15 : Graphique représentant la proportion de l'activité sonore par site	30
Figure 16 : Proportion de l'activité sonore en fonction des différentes phases lunaires.....	31
Figure 17 : Courbe représentant la variation saisonnière de l'activité sonore de la Bécassine géante	32
Figure 18 : Courbe plus détaillée de l'évolution de l'activité sonore par semaine tout au long d'une année (2024).	33
Figure 19 : Courbe des cumuls de détections en fonction de l'heure de la nuit (intervalles de 15 min).....	33
Figure 20 : Comparaison des distributions de températures lors des détections et dans l'ensemble des données de température enregistrées.....	35
Figure 21 : Comparaison des distributions de l'humidité relative lors des détections et pour l'ensemble des données d'humidité relative enregistrées par la station météo du Centre Spatial.....	36
Figure 22 : Comparaison des distributions saisonnières de l'humidité relative lors des détections.....	36
Figure 23 : Comparaison des distributions des précipitations lors des détections et dans l'ensemble des données de précipitation enregistrées.	37
Figure 24 : Comparaison des distributions de la force du vent lors des détections et dans l'ensemble des données de la force du vent enregistrées.....	38
Figure 25 : Dispositif Song Meter 4 (SM4) installé dans une savane sèche, fixé sur un piquet à 1,50 m au-dessus du sol. © Méryl Gervot	39
Figure 26 : Lever de soleil sur la savane du Galion après un point d'écoute © Méryl Gervot. ..	44
Figure 27 : Nid caché sous la végétation de l'individu n°7, découvert dans la savane du Tour de l'île (commune de Matoury) grâce aux données GPS. ©Méryl Gervot	47
Figure 28 : Prise de mesure du tarse [LT] et du bec [BP] à l'aide d'un pied à coulisse © Méryl Gervot	48
Figure 29 : Illustration d'une migration sur gel et échelle du marqueur de taille utilisé.	50
Figure 30 : Variations individuelles du dessin des rémiges et couvertures primaires. © Méryl Gervot	54
Figure 31 : Individus avec un plumage juvénile à gauche et après la mue post-juvénile à droite © Méryl Gervot	55
Figure 32 : OT-E10 avec un panneau solaire rehaussé © Méryl Gervot	57
Figure 33 : GPS posé en « leg-loop », schéma extrait de Thaxter et al. (2014), photo © Méryl Gervot	57
Figure 34 : OT-10 classiques © Méryl Gervot	58
Figure 35 : GPS posé en « wing-loop », schéma extrait de Thaxter et al. (2014), photo © Méryl Gervot	58
Figure 36 : Habitats les plus représentés dans les zones d'activités principales avec 50% des localisations individuelles.....	62

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Figure 37 : Habitats les plus représentés dans les zones d'activités principales avec 95% des localisations individuelles.....	63
Figure 38 : Sélection d'habitat interprétés avec l'indice de Manly (Wi).....	64
Figure 39 : Recherche d'une balise tombée dans la savane de Trou Poisson, commune d'Iracoubo. © Méryl Gervot.....	75

Carte 1 : Répartition de la Bécassine géante <i>Gallinago undulata</i> ©BirdLife International	9
Carte 2 : Localisation des SM4 sur le CSG	25
Carte 3 : Localisation des points d'écoute par savane suivie	40
Carte 4 : Répartition des points d'écoute Bécassine géante en Guyane	41
Carte 5 : Dispersion sur de longue distance de l'individu 23 lors de la saison sèche.....	66
Carte 6 : Stratégie de dispersion des individus 11 et 12.....	67
Carte 7 : Stratégie d'évitement des individus 3 et 4, partage de l'espace vital.	68
Carte 8 : Dispersion des individus 8 et 9 vers des prairies proches de leur savane d'origine.....	69
Carte 9 : Dispersion de l'individu 24 vers un marais éloigné en saison sèche.....	70

Tableau 1 : Savanes prospectés pour l'étude en 2023-2024.	16
Tableau 2 : Tableau récapitulatif du nombre d'heures enregistrées par site.	28
Tableau 3 : Nombre de détections de Bécassine géante entre le 1er septembre 2023 et le 31 août 2024 par site d'étude avec un indice de confiance de 95%.....	29
Tableau 4 : Résultat brut des points d'écoute aux différentes dates et sites	42
Tableau 5 : Statistiques descriptives des variables morphologiques mesurées chez la Bécassine géante en fonction du sexe mâle ou femelle.	51
Tableau 6 : Matrice de corrélation entre les variables morphologiques	52
Tableau 7 : Résultat du Variance Inflation Factor (VIF).....	53
Tableau 8 : Résultat du test de Wilcoxon ($p < 0.05$)	53
Tableau 9: Nombre de données de localisations, date et heure de début et de fin d'enregistrements, et nombre de jours de suivis par individus.....	60
Tableau 10 : Résultats des surfaces des domaines vitaux (95%) et des zones d'activités principales (50%) pour chaque individu en hectares.	61

Annexe 1 : Extrait arrêté d'exploitation ArianeGroup

Annexe 2 : Contrat de collaboration MNHN, GEPOG, ArianeGroup

Annexe 3 : Atlas toponymie des savanes de Guyane française (CEN 2022)

Annexe 4 : Représentation spatiale des domaines vitaux (HR) et des noyaux d'activité des individus

Citation recommandée :

Gervot, M.(2025). *Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane. Rapport final. Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux en Guyane et Muséum National d'Histoire Naturelle, 77p.+ annexes.*

A. Contexte et objectifs

I. Introduction

Deux espèces de bécassines sont actuellement connues en Guyane et s'y reproduisent : la Bécassine du Pantanal (*Gallinago paraguaiæ*) et la Bécassine géante (*Gallinago undulata*). Toutes deux habitent les milieux herbeux humides : savanes naturelles, prairies, marais herbeux. Une troisième espèce, la Bécassine de Wilson (*Gallinago delicata*) qui se reproduit en Amérique du Nord, est migratrice et atteint peut-être la Guyane au cours de son hivernage ; toutefois, en raison de la difficulté à la distinguer de la Bécassine du Pantanal, sa présence potentielle en Guyane n'a à ce jour encore jamais été confirmée (Comité d'Homologation de Guyane, 2025).

Les deux bécassines résidentes sont des oiseaux rares et méconnus en Guyane. Leur habitat restreint, leur mimétisme et leurs comportements rendent leur observation difficile. En 2022, la base de données collaborative Faune-Guyane (www.faune-guyane.fr) comportait 295 observations de Bécassine géante (sur un total de 1 373 000 données). Sa population en Guyane était estimée inférieure à 100 couples (moins de 250 individus), ce qui avec les menaces portant sur ses habitats lui a valu d'être classée « en danger critique » de disparition au niveau régional (UICN France 2017).

Oiseau emblématique de Guyane, la Bécassine géante est particulièrement méconnue. Un recensement ciblé (Lenrumé 2022) a permis de préciser sa répartition en Guyane. Cependant les connaissances sur son écologie, sa reproduction, son alimentation, ses déplacements, sont inexistantes ou très partielles même à l'échelle mondiale (van Gils et al. 2020). Ces lacunes sont un handicap sérieux à la définition de mesures adaptées pour sa conservation.

Dans le cadre des activités de la société ARIANEGROUP et l'obtention d'un arrêté l'autorisant à exploiter les bâtiments EFF (ESR Finishing Facilities) et BSB (Bâtiment de Stockage des Boosters) sur des milieux naturels, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts (Annexe 1 : Arrêté préfectoral n° R03-2019-06-03-12 : Article 2.1.3) ont été mises en œuvre.

ARIANEGROUP obtient ainsi l'autorisation de perturbation intentionnelle et de destruction d'espace naturel de 7 espèces d'oiseaux protégées avec leur habitat et inscrites à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 25 mars 2015 fixant la liste des oiseaux protégés en Guyane, dont fait partie la Bécassine géante.

En contrepartie, la société ARIANEGROUP finance une mesure d'accompagnement pour compenser son impact sur l'espèce citée : « Suivi de l'écologie des populations de Bécassine géante (*Gallinago undulata*) par suivi télémétrique : Connaissance de la biologie, de la reproduction, du rythme d'activité, des mouvements en saison sèche et caractérisation de l'habitat de cette espèce. »

Cette étude, portée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et le Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEPOG) et intitulée plus simplement « Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane », fait l'objet d'un contrat de collaboration présenté en Annexe 2.

Afin d'améliorer les connaissances sur l'écologie de l'espèce en Guyane française, la réalisation de l'étude s'articule autour des axes suivants :

- Variabilité génétique de *G. undulata undulata*, comparée à celle de *G. undulata gigantea*, et définition du statut spécifique des deux taxons ;
- Domaine vital ;
- Stratégie de dispersion en période inter-nuptiale ;
- Sélection de l'habitat (types de savanes, podologie, végétation) en période de reproduction et hors reproduction.
- Densités selon les habitats utilisés et estimation de la taille de la population globale ;

Cette étude s'est déroulée de mars 2023 à juin 2025, répartie en 3 phases : une phase de recherche bibliographique et préparation des protocoles, une phase de terrain et une phase d'analyse et rédaction. La capture et la manipulation des Bécassines géantes réalisés dans le cadre de cette étude, ont fait l'objet d'un programme personnel référencé PP 1268 validé par le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux. Le CRBPO est l'organisme public français de gestion du baguage et marquage des oiseaux. Ce rapport détaille les modalités de mise en œuvre de cette étude et les premiers résultats obtenus.



II. Présentation de l'espèce étudiée : La Bécassine géante *Gallinago undulata*

1) Systématique

Classe : Aves (Oiseaux)

Ordre : Charadriiformes

Famille : Scolopacidés

Genre : *Gallinago*

Nom vernaculaire : Bécassine géante

Nom scientifique : *Gallinago undulata*

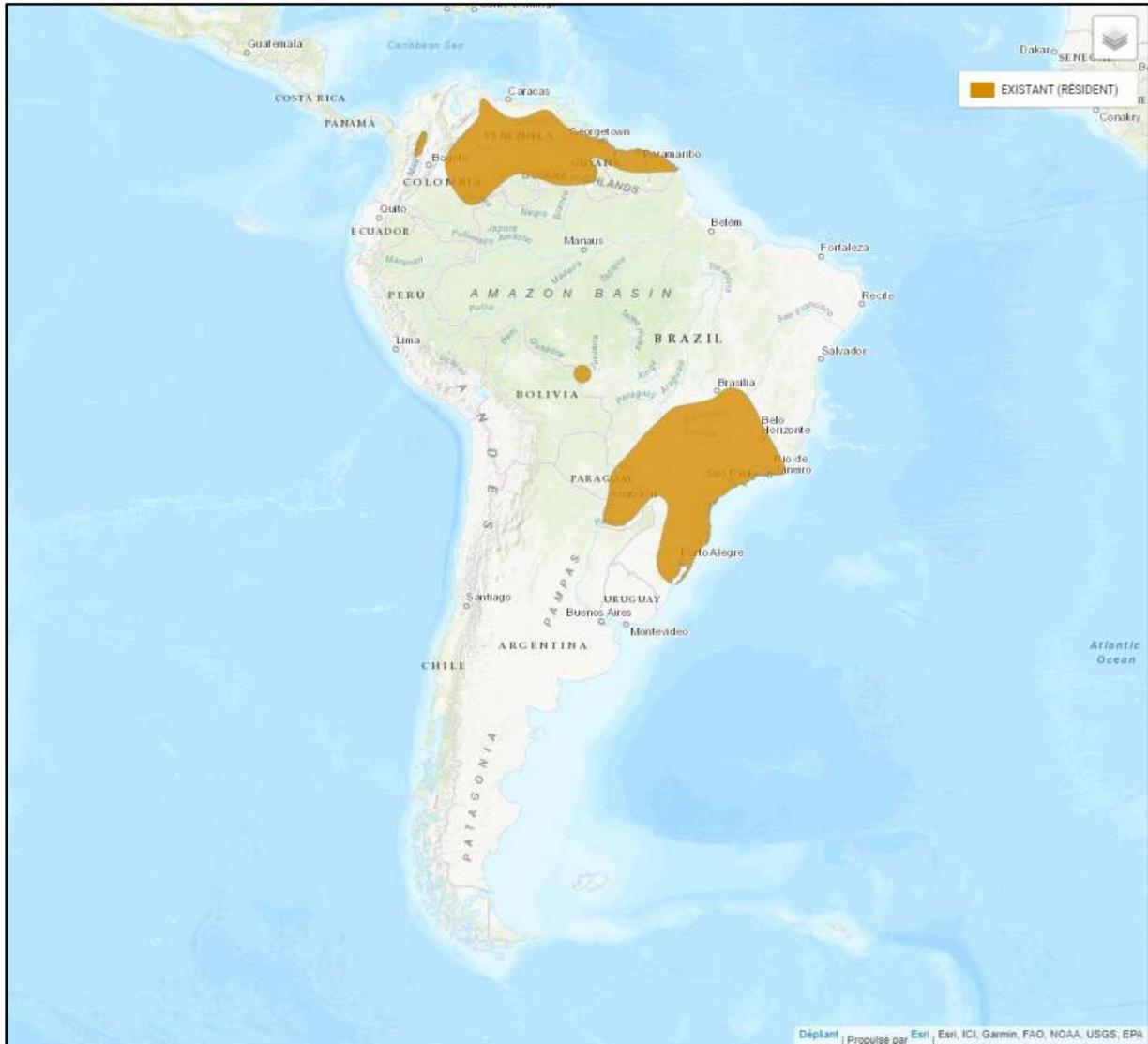
Sous-espèces :

- *G. u. undulata* (Boddaert, 1783)
- *G. u. gigantea* (Temminck, 1826)



Figure 2 : *Gallinago undulata undulata* © Vincent Rufroy

2) Aire de répartition



Carte 1 : Répartition de la Bécassine géante *Gallinago undulata* ©BirdLife International

La Bécassine géante est connue sous la forme de deux sous-espèces avec des aires de répartition disjointes en Amérique du Sud (Del Hoyo et al. 1996).

La répartition de la sous-espèce *G. u. gigantea* s'étend principalement du Paraguay au sud-est du Brésil, et probablement aussi en Uruguay et dans le nord-est de l'Argentine. Une petite population isolée est présente dans l'est de la Bolivie.

La sous-espèce *G. u. undulata* est présente du Venezuela au nord-est du Brésil, ainsi que localement en Colombie. On la retrouve au Guyana, au Suriname et en Guyane française. En Guyane, l'espèce est exclusivement présente sur la plaine littorale.

3) Habitat

La Bécassine géante occupe des habitats ouverts sur le littoral guyanais. Les milieux naturels fréquemment utilisés par l'espèce sur l'ensemble de son aire de répartition sont des savanes sèches et humides, des pâturages, des prairies saisonnièrement humides et/ou inondées avec des patchs de végétation surélevée hors d'eau ainsi que des zones humides tels que des tourbières, marais, marécages.

En Guyane, en l'état actuel des connaissances l'espèce semble inféodée aux savanes littorales en bon état de conservation, avec quelques très rares observations dans des pâtures humides.

Une étude réalisée en 2020-2021 par Paul Lenrumé (Lenrumé, 2022) démontre que la Bécassine géante est présente dans la majorité des savanes favorables (environ 95% des savanes étudiées) de la plaine littorale.

Lors des prospections dans les savanes en saison sèche, on a observé que les lieux fréquentés par la Bécassine géante disposaient de végétation assez haute pour créer des passages ou se mettre à l'abri dans la végétation (Figure 3).



Figure 3: Entrée d'un passage dans la végétation. Les traces de fientes et les localisations GPS confirment que l'espèce utilise ces coulées © Méryl Gervot

4) Morphologie

L'oiseau mesure entre 34 et 47 cm de long. C'est la plus grande des 18 espèces de bécassines (*Gallinago spp.*) connues à travers le monde.

La sous-espèce *G. u. undulata* de Guyane pèse entre 240 et 362 grammes tandis que la sous-espèce *G. u. gigantea* pèse entre 420 et 500 grammes.

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Hormis sa taille, la morphologie de la Bécassine géante est globalement semblable à celle des autres bécassines. Son bec est long et épais, il mesure entre 83 et 103 mm. Le fort épaissement du bec à la base lui donne un aspect de tête plate caractéristique. Son corps est trapu sur de grandes pattes et des longs doigts.

Sa tête est beige ou blanchâtre, marquée par un trait loreal noir qui relie l'œil à la narine, un autre sur la joue et un au niveau des parotiques. Elle a une calotte noire avec un trait sommital beige.

La gorge est chamois et devient blanchâtre en descendant sur le ventre avec des stries noires ou brun foncé jusqu'aux pattes. Le dos est brun foncé finement barré de beige et recouvert par des scapulaires à motifs écailleux roux, chamois et noirs. Comme les autres bécassines, les bordures claires des scapulaires dessinent deux lignes formant comme des bretelles le long du dos, rousses chez cette espèce.



Figure 4 : Dos et tête d'une Bécassine géante ©Méryl Gervot

Les plumes sur le dessus de l'aile sont brun foncé barrées et liserées de blanc ou chamois sur les petites couvertures. Le dessous de l'aile est grisâtre barré de blanc.



Figure 5 : Dessus de l'aile et Dessous de l'aile © Méryl Gervot

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Les rectrices centrales de la queue sont courtes brun chamois barrées de noir et plus claires barrées de noir pour les externes. Elles sont presque entièrement recouvertes par des sus-caudales rousses. Comme chez les autres bécassines, les rectrices externes sont étroites et plus rigides que les autres de façon à produire un son quand l'oiseau parade en vol. La modification de ces plumes est toutefois moins prononcée que chez les autres espèces, produisant un son différent du « chevrottement » des autres bécassines.



Figure 6 : Rectrices d'une Bécassine géante © Méryl Gervot

Le plumage des bécassines leur permet de se camoufler efficacement dans leur environnement (Figure 7). C'est également le cas de la Bécassine géante qui mise beaucoup sur cette stratégie pour sa survie. Il est fréquent que l'oiseau décolle au dernier moment, presque à nos pieds, pour fuir un danger.



Figure 7 : Gallinago undulata, espèce cryptique © Olivier Claessens

5) Statut de conservation

- Mondial



La Bécassine géante *Gallinago undulata* n'est pas considérée comme menacée à l'échelle mondiale, elle est classée en préoccupation mineure (LC) sur la liste rouge de l'IUCN (IUCN, 2016). Bien qu'aucune estimation des tailles de populations n'ait été réalisée, son statut a été défini par rapport à l'amplitude de son aire de répartition, la disponibilité des habitats qu'elle occupe et son comportement nocturne qui accentue l'impression de rareté (Del Hoyo et al. 1996).

En revanche, s'il s'avérait que les deux taxons *G. u. undulata* et *G. u. gigantea* constituent des espèces distinctes, leur statut de conservation respectif devrait être révisé en conséquence. La répartition limitée et morcelée de *G. u. undulata* et les menaces qui pèsent sur son habitat naturel pourraient conduire à la considérer elle-même comme menacée à l'échelle mondiale.

- En Guyane



L'espèce est toutefois considérée comme « En danger critique » sur la liste rouge régionale de Guyane en raison de la faible taille supposée de la population, de la rareté de son habitat et des menaces qui pèsent sur celui-ci (IUCN France, 2017). Elle est nicheuse sur le département, ce qui accentue la responsabilité du territoire pour la conservation de cette espèce.

6) Menaces

En Guyane française, la Bécassine géante n'est plus chassable depuis l'arrêté ministériel du 25 mars 2015 qui la protège ainsi que son habitat. Cependant, elle ressemble beaucoup aux autres bécassines qui elles, sont chassables sur le territoire. Sa taille et son comportement la rendent facilement détectable et en font un gibier recherché par quelques chasseurs spécialisés : il est vraisemblable que du braconnage persiste sur cette espèce.

De plus, elle occupe essentiellement des savanes sur le littoral guyanais, habitat lui-même rare et en déclin à cause de l'urbanisation du territoire, le développement de l'agriculture et l'expansion d'espèces végétales invasives (Stier et al. 2020). La fragmentation, la dégradation et la disparition des habitats favorables sont les principales causes de disparition des oiseaux en particulier lorsque qu'il s'agit de zones humides, du littoral ou de savanes (IUCN France, 2017).

En 2023, la Guyane a connu une saison sèche particulièrement intense et longue qui a eu pour effet de réduire l'activité de l'espèce et de favoriser des feux de milieux naturels où l'espèce était présente. On peut supposer que le réchauffement climatique représente également une menace pour l'espèce, à travers les feux de savanes, l'évolution de la végétation et l'accessibilité de ses ressources alimentaires.

Parmi les individus capturés, quelques-uns étaient mutilés, brûlés ou très parasités. Beaucoup de pressions naturelles impactent la survie de cette espèce.

III. Environnement d'étude

1) Contexte climatique 2023-2024

Du fait de sa proximité avec l'équateur, la Guyane possède un climat de type équatorial, chaud et humide. Les températures moyennes oscillent autour des 26°C toute l'année et c'est l'une des régions les plus humides du monde avec une pluviométrie variant de 2 000 mm à 4 000 mm par an (Météo-France, 2024).

On distingue 4 saisons en Guyane liées aux variations de la ZCIT (zone de Convergence Intertropicale). Il y a la petite saison des pluies (décembre à février), le « petit été de mars », au mois de février/mars, la grande saison des pluies (avril à juillet) puis la grande saison sèche (août à novembre).

En plus d'être soumise aux oscillations de la ZCIT, la Guyane est également sous l'influence des anomalies d'El Niño et La Niña. Ces phénomènes climatiques proviennent d'une variation importante de température des eaux de surface dans l'océan Pacifique sud, mais les conséquences climatiques sont différentes suivant les régions.

Après 3 années sous l'influence de La Niña, qui a eu pour effet d'apporter une pluviométrie excédentaire sur la Guyane, ce sont les effets météorologiques d'El Niño qui ont débuté à partir du mois de juin 2023. El Niño, à l'inverse de La Niña, produit en Guyane de très fortes chaleurs et un climat sec presque sans pluies.

La saison sèche 2023 a connu un gros déficit en termes de pluviométrie (-53% en moyenne), ainsi que des records de température dans plusieurs communes. Ce sont les mois les plus chauds connus en Guyane avec +1,6°C au-dessus de la moyenne 1991/2020 (Météo-France, 2024).

L'impact de cette saison sèche a eu de grosses conséquences sur la faune, la flore et les habitats de Guyane. Les savanes, en particulier, ont presque toutes brûlé au cours de cette saison sèche. Les premiers feux ont commencé début août et les derniers se sont déclarés jusqu'à la fin du mois de novembre 2023.

Il faut noter que les feux de savanes en Guyane sont souvent d'origine humaine. Les Guyanais mettent traditionnellement le feu pour débroussailler et entretenir les milieux ouverts, ou pour chasser (Palisse, 2014, Stier et al., 2020). Cette année pourtant, certains feux pourraient être d'origine naturelle.

Les effets de la ZCIT ont débuté vers la mi-novembre 2023 avec les premières pluies, mais les températures sont restées au-dessus de la normale et les pluies déficitaires jusqu'en février. Le mois de mars est très chaud et sec et il n'a plu que le dernier week-end du mois. Le "petit été de mars" s'est prolongé jusqu'à la mi-avril. La deuxième quinzaine d'avril a été ponctuée de quelques épisodes pluvieux. En mai, juin et juillet, des épisodes pluvieux sont survenus, surtout dans le nord-ouest de la Guyane, mais la pluviométrie est restée déficitaire avec de fortes chaleurs. En août, septembre et octobre 2024, les chaleurs ont été exceptionnelles et le temps très sec depuis plus d'un an. Tous les mois de l'année sont restés très secs sous l'influence d'El Niño.

2) Savanes en Guyane

L'essentiel des données de Bécassine géante en Guyane française se situe dans des savanes (GEPOG, 2023). Les menaces qui pèsent sur celles-ci ont suscité de nombreuses études dans ces milieux, ce qui a permis de mettre en évidence la présence de l'oiseau recherché et la singularité de nombreuses espèces animales et végétales présentes dans ces milieux.

Bien que les savanes proviennent de processus naturels mêlés aux activités humaines qui les ont façonnées, ce sont aussi ces dernières qui menacent de les faire disparaître. En effet, l'augmentation démographique sur le littoral guyanais accentue les pressions d'aménagements urbains et agricoles sur ces espaces déjà ouverts qui se trouvent en plus à proximité des grandes villes. À cela, s'ajoutent le développement des espèces exotiques envahissantes et la répétition des incendies non contrôlés sur ces habitats (Stier et al. 2020).

Le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Guyane (CEN, 2022) définit la **savane** comme un « Écosystème présentant une strate herbacée permanente diversifiée, composée majoritairement de Poacées, de Cypéracées et potentiellement d'une strate arbustive, caractérisée par des Malpighiacées et des Dillenacées, pouvant être une partie de l'année inondé ou/et brûlé, se trouvant préférentiellement sur des sols argileux marins consolidés en grande partie exondés et recouverts de sédiments sableux. »

Les savanes représentent moins de 1% du territoire guyanais (CEN, 2022), qui est lui-même composé à 96 % par la forêt (ONF de Guyane, 2024). La rareté de ces milieux, composés de nombreuses espèces endémiques ou occupant ces habitats au cours de leurs cycles de vie en fait un objectif prioritaire de conservation.

Lors de la saison sèche 2023, la majorité des savanes a brûlé en Guyane. Certaines mettent plus de temps que d'autres à se renaturer, mais cela fait partie du processus naturel de ces milieux.

3) Zones d'étude

L'étude s'étend sur tous les milieux favorables de Guyane, en visant principalement les savanes. La Localisation des savanes de Guyane est présentée en Annexe 3. Ce travail cartographique a été réalisé par le Conservatoire d'Espace Naturel en Octobre 2022 soutenu par la DGTM de Guyane. Il recense 18 680 hectares pour 131 ensembles savaniques.

Dans ces ensembles, 45% font partie du Centre Spatial Guyanais.

Plusieurs protocoles et actions ont eu lieu directement sur ce site qui contient des savanes exemptes d'activité humaine. Son accès est limité et contrôlé. La tranquillité de ces milieux assure des zones de quiétude pour la faune et permet de laisser du matériel sur place toute l'année. Les autres savanes concernées par l'étude sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1). Les prospections peuvent avoir eu lieu depuis le bord pour repérer l'état de la savane, la hauteur de végétation ou sous forme de point d'écoute de nuit hors protocole. D'autres ont été prospectés depuis la savane de jour comme de nuit pour repérer des zones favorables à la capture, rechercher des balises GPS, rechercher des nids ou tous autres indices de présence.

Tableau 1 : Savanes prospectés pour l'étude en 2023-2024.

Noms des savanes (Toponymie CEN, 2022)	Communes	Surface en hectare	Prospection	Points d'écoutes	Capture	Enregistreurs SM4
Savanes d'Anton	Iracoubo	29,95	X			
Savanes Éloge	Iracoubo	1,55	X			
Savanes Flèche	Iracoubo	2,08	X			
Savane de Roches Blanches	Iracoubo	2,47	X			
Savanes d'Organabo	Iracoubo	31,49	X			
Savane de Trou Poissons	Iracoubo	2,08	X		X	
Savanes Grand Macoua	Iracoubo	49,28	X		X	
Savanes Macoua	Iracoubo	8,56	X			
Savanes Mathieu	Iracoubo	21,36	X		X	
Savanes Arquebuse	Kourou	0,33	X		X	
Savanes compagnons	Kourou	5,72	X			
Savanes Fusée Sonde	Kourou	13,54	X			
Savanes Véga	Kourou	33,46	X			
Savanes de Guatemala	Kourou	12,24	X			
Savane de Hoock	Kourou	1,17	X		X	X [LUZ]
Savanes des pères	Kourou	172,65	X			
Savanes Karouabo	Kourou	280,21	X	X	X	X
Savanes Diane	Kourou	53,55	X			
Savanes du golf	Kourou	2,92	X			
Savane Lapin	Kourou	1,38	X		X	
Savanes Passoura	Kourou	1,67	X		X	
Savanes de Ternstroemia	Kourou	1,54	X	X	X	
Savanes Elisabeth	Kourou	0,84	X			X [BSB et METEO]
Savanes Clusia	Kourou	14,19	X			
Savanes Corneille	Kourou	3,22	X		X	

Noms des savanes (Toponymie CEN, 2022)	Communes	Surface en hectares	Prospection	Points d'écoutes	Captures	Enregistreurs SM4
Savanes Luna	Kourou	288,46	X			X
Savanes Carapa	Kourou	1,82	X			
Savanes de Matiti	Kourou, Macouria	0,07	X			
Savanes Maya	Macouria	0,19	X			
Savanes des Mornes	Macouria, Montsinéry-Tonnegrande	1,66	X			
Savanes Dorothée	Macouria, Montsinéry-Tonnegrande	17,97	X		X	
Savanes Marivat	Macouria, Montsinéry-Tonnegrande	43,78	X	X	X	
Savanes de la Bordelaise	Macouria, Montsinéry-Tonnegrande	0,74	X			
Savanes du Tour de l'île	Matoury	0,14	X		X	
Savanes Concorde	Matoury	3,66	X			
Savanes Rochambeau	Matoury	0,59	X			
Savanes du Mont Grand Matoury	Matoury	9,96	X			
Savanes Toulouse	Montsinéry-Tonnegrande	10,97	X		X	
Savanes Lambert	Montsinéry-Tonnegrande	16,23	X			
Savanes de Montsinéry	Montsinéry-Tonnegrande	14,49	X		X	
Savanes Mell	Montsinéry-Tonnegrande	3,59	X			
Savanes du Galion	Montsinéry-Tonnegrande, Roura	3,88	X	X	X	
Savanes Léna	Sinnamary	0,46	X			
Savanes Balalou	Sinnamary	43,85	X			
Savanes de Corossony	Sinnamary	0,32	X			
Savanes Changement	Sinnamary	0,47	X			
Savanes Renner	Sinnamary	3,6	X		X	X [RENNER et PARACOU]

B. Variabilité génétique de *G. undulata*

I. Contexte

L'objectif de l'étude génétique est de confirmer ou d'infirmer le statut sub-spécifique des deux taxons. Savoir s'il s'agit de deux sous-espèces ou de deux espèces est important pour la conservation de chaque entité. La variabilité génétique sera traitée par l'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB) qui est un laboratoire rattaché au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

II. Matériel

Des prélèvements sanguins ont été réalisés par effractions cutanées sur trois individus de *Gallinago undulata undulata* lors des sessions de capture en Guyane. Ces échantillons ont ensuite été transmis au laboratoire ISYEB du MNHN en septembre 2024, l'ADN des échantillons a été extrait, et ce matériel génétique a été envoyé en séquençage mi-mai 2025. Ces trois échantillons ont été complétés avec de l'ADN extrait de fragments de peau de spécimens conservés dans les collections du MNHN et provenant de Guyane. Au total, ce sont donc 9 échantillons différents qui ont été séquencés par le MNHN. Les données génomiques ont ensuite été transmises à des collègues brésiliens pour être intégrées dans leurs analyses plus larges des deux taxa (*undulata* et *gigantea*).

III. Méthode

L'étude génétique utilise les techniques d'analyse modernes avec l'extraction du génome complet et le reséquençage d'échantillons en profondeur.

Une équipe de terrain s'est mise en place au Brésil pour collecter des échantillons d'ADN sur les 2 sous-espèces et en particulier *G. u. gigantea*. Quelques échantillons ont ainsi pu être collectés en fin d'année 2024 et en février 2025 dans l'état de Rio de Janeiro et dans le sud de l'Amazonas en complément des tissus présent dans les collections Brésiliennes.

Les analyses seront réalisées par le laboratoire de Génomique de la Biodiversité Brésilienne (GBB) à l'institut technologique Vale au Brésil.

IV. Résultats

A la date de rédaction de ce rapport, 9 échantillons *G. u. undulata* ont été séquencés en France et 9 échantillons provenant du Brésil sont en cours de séquençage. Nous n'avons pas encore les résultats de l'analyse finale de génomique comparant les individus des deux sous-espèces.

C. Etude du régime alimentaire

I. Contexte

Peu de connaissances sont disponibles sur le régime alimentaire de la Bécassine géante. Son long bec suppose qu'elle se nourrit de petits invertébrés du sol, mais une étude de contenus stomacaux a trouvé essentiellement des végétaux (Haverschmidt, 1975). Un individu prélevé au Suriname avait ainsi des herbes et des petits fruits dans son estomac.

Avec les techniques actuelles, nous pouvons rechercher des informations sur l'alimentation par l'extraction d'ADN dans les fèces et déterminer les espèces animales ou végétales ingérées. Ces informations peuvent être essentielles pour définir les habitats et espèces d'intérêt pour le cycle biologique de l'oiseau.



Figure 8 : Tête de Bécassine géante avec un bec couvert de terre sèche, signe que l'oiseau sonde le sol pour rechercher sa nourriture. © Méryl Gervot

II. Matériel

Lors de cette étude, 13 fèces ont été collectés de façon opportuniste près de nids, lors de prospections ou lors des captures, puis conservés dans de l'alcool à 95%. Ils ont ensuite été envoyés à la société Argaly pour analyse.

III. Méthodes

La société Argaly utilise une approche par métabarcoding de l'ADN environnemental présent dans les fèces. La recherche ciblait les groupes taxonomiques suivant : les Métazoaires (animaux) et les Spermatophytes (plantes). Les marqueurs associés sont respectivement COI_MG2 et Sper03.

Un échantillon a été retiré de l'analyse pour la recherche de Métazoaires, car il ne comportait pas suffisamment de séquence ADN et 12 échantillons ont dû être retirés pour la recherche de Spermatophytes pour les mêmes raisons.

IV. Résultats de l'analyse par ©Argaly

L'analyse des fèces a généré peu de données. Seuls des bactéries, un champignon phytopathogène et le *Pontoscolex corethrurus*, une espèce de ver de terre tropical ont été déterminés avec le COI_MG2 et un *Prunus* pour le Sper03.

Cependant, aucune espèce du genre *Prunus* ne se trouve dans l'habitat de la Bécassine géante et il pourrait s'agir d'une contamination, ou d'une consommation secondaire.

V. Discussion

Une seule proie animale, le ver de terre *Pontoscolex corethrurus*, a donc pu être identifiée dans les fèces collectés, sans qu'il soit possible d'en tirer d'autres conclusions. Ce faible résultat peut être dû à des échantillons trop dégradés ou à l'absence de référence représentée dans les bases de données publiques. De plus, les fèces de bécassines collectées étaient de consistance très liquide et leur prélèvement s'est avéré difficile. Pour cette raison les échantillons ne contenaient peut-être pas assez de matériel génétique exploitable.

La société Argaly recommande de conserver les échantillons terrestres par dessiccation, en ajoutant du gel de silice dans les flacons de collecte. En plus d'être facilement réalisable sur le terrain, et plus simple que la manipulation d'éthanol, cette méthode est adaptée à leur protocole d'extraction d'ADN (tampon phosphate, Taberlet et al. 2012).

D. Phénologie de l'espèce

I. Contexte

La phénologie correspond à l'étude des événements périodiques qui constituent la vie animale et végétale, en fonction de son environnement et du climat. Par exemple, dans la vie d'un oiseau, on retrouve des périodes de parades, d'accouplements, de construction de nids, de pontes, d'élevage des jeunes, d'envol de la nichée ou encore de migration pré- ou post-nuptiale.

Dans le cas de la Bécassine géante, on cherche dans un premier temps à définir des périodes d'activités sonores. L'activité sonore peut correspondre à des chants, des cris ou des sons mécaniques typiques de parades nuptiales ou de défense de territoire. Hormis les cris d'alarme émis en cas de dérangement, l'activité sonore des Bécassines géantes est étroitement liée à la reproduction (van Gils, 2020).

L'étude de la phénologie fait partie des objectifs relatifs à la connaissance de l'espèce. La définition des périodes 'sensibles' pour l'espèce est essentielle pour pouvoir adapter les actions et les mesures de gestion de milieu naturel favorables à sa conservation.

II. Connaissance actuelle de la reproduction

En Guyane, la donnée la plus précoce de nidification a été obtenue en janvier (2023) avec l'observation d'un poussin sur la commune de Macouria (www.faune-guyane.fr).

Des données recensées sur le site de science participative Faune-Guyane font encore état de preuves de nidifications (œufs ou poussins) en février 2024, mars 2010, avril 2016, mai 2024, juin 2022, juillet 2024 et août 2018. Ainsi, la Bécassine géante semble se reproduire sur toute la saison des pluies lorsque les savanes sont très humides.



Figure 9: Poussin observé en février 2024 ©Vincent Rufay

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

L'absence d'observation d'indice de nidification entre septembre et décembre ne veut pas dire qu'il n'y en a pas. En effet, les savanes sont peu prospectées de façon opportuniste, et encore moins en saison sèche, car les conditions y sont difficiles. Les nids sont également très durs à trouver.

Les nids prennent la forme d'une petite cuvette dans l'herbe. Il n'y a pas d'apport de matériaux, mais la Bécassine géante semble utiliser l'herbe présente pour tapisser le fond de la cuvette. Elle pond généralement 2 œufs sur des zones exondées dans des milieux humides. Les poussins sont nidifuges : ils quittent le nid juste après l'éclosion.



Figure 10 : Nid trouvé en juillet 2024 ©Steeve Mathieu

D'une année à une autre, les conditions climatiques peuvent changer drastiquement et passer d'une année de sécheresse à une année d'intempérie. Il ne serait donc pas surprenant que l'espèce puisse se reproduire toute l'année si les conditions le permettent, et pas du tout certaines années. Une seule année de suivi ne peut pas répondre à ces hypothèses.

Les nuits complètes enregistrées seront complémentaires aux données collectées par Paul Lenrumé en 2022.

III. Activités sonores

Cette espèce est active principalement la nuit. Ses chants, cris et parades débutent au crépuscule et se poursuivent jusqu'à l'aube.

Des extraits sont disponibles sur le site : xeno-canto.org. On distingue 2 types de vocalises, l'un au sol et l'autre en vol.

Celui au sol peut être comparé à un cri correspondant à un *cha !* ou un *chack* plutôt explosif répété rapidement en séries (Crease, 2009 et Boesmann, 2005).

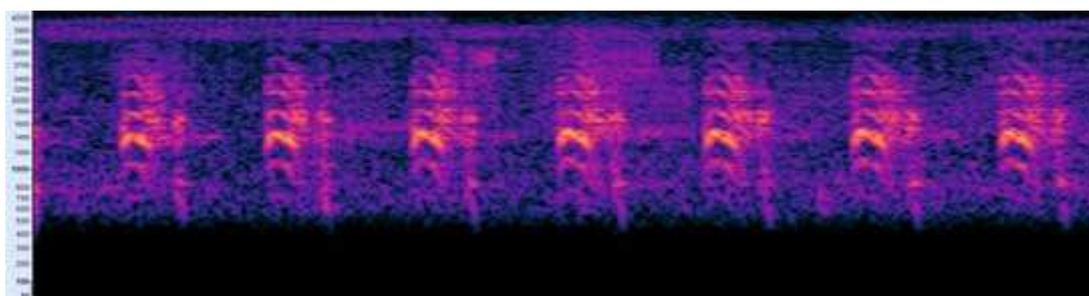


Figure 11 : Son répétitif émis depuis le sol © Méryl Gervot, Audacity

Celui au vol se compose de 2 notes avec la première note descendante et la deuxième montante, séparées par un silence très court.

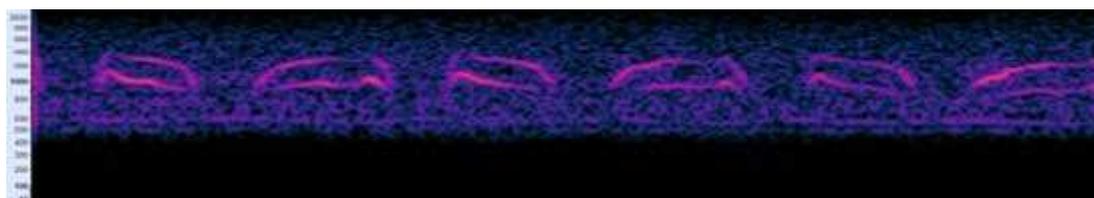


Figure 12 : Son émis en plein vol © Méryl Gervot, Audacity

Comme d'autres bécassines, la Bécassine géante produit aussi un bruit mécanique. L'origine de ce son semble provenir des rectrices externes qui sont plus rigides que les autres rectrices. Dans le cas de la Bécassine géante, la parade est composée du chant de l'oiseau en vol ainsi que de ce bruit continu ressemblant à un sifflement grave. Ces 2 sons sont souvent émis en simultané. L'oiseau semble alors fendre l'air lors de sa parade. Ce son est également décrit comme comparable à un grand essaim d'abeilles par Crease (2009).

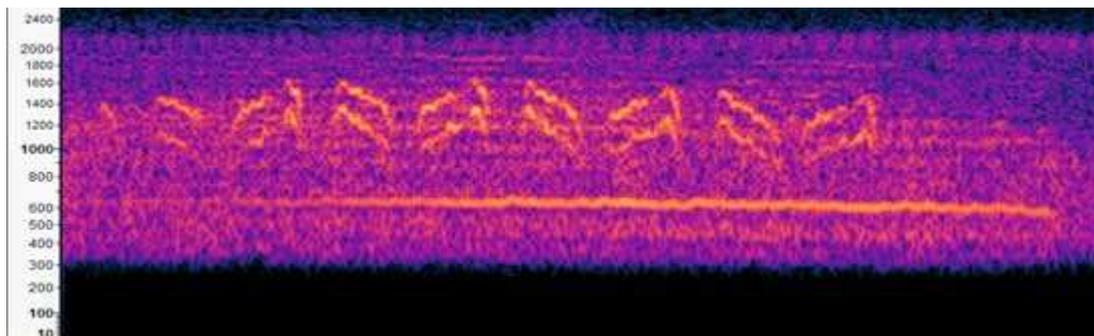


Figure 13 : Son en vol accompagné par un sifflement continu © Méryl Gervot, Audacity

En Guyane, les vocalisations sont émises principalement au crépuscule entre 21h et 22h puis à l'aube entre 5h et 6h du matin (Lenrumé, 2022), cependant cela n'empêche pas d'entendre la Bécassine à toute heure de la nuit entre 18h et 6h30 du matin.

IV. Méthode

1) Mise en place sur le terrain

Pour étudier la phénologie de l'espèce, 7 enregistreurs acoustiques passifs nommés Song Meter 4 (SM4) de Wildlife Acoustics ont été répartis sur des savanes a priori « favorables » du Centre Spatial Guyanais. Les savanes ont été sélectionnées en fonction des données d'observations antérieures (depuis 2010) de Bécassine géante en milieu ouvert (peu ou pas d'arbuste). L'absence d'arbuste permet d'augmenter les performances de détection des sons environnants dans le milieu. Les SM4 ont été répartis dans l'espace de façon à couvrir une zone suffisamment large pour éviter les risques de duplicatas entre les enregistreurs.

Enfin, le Centre Spatial Guyanais constituant un secteur sécurisé et très surveillé vis-à-vis des risques d'incendie, il a été décidé de mettre l'ensemble des enregistreurs sur ce site. L'avantage étant aussi d'optimiser les déplacements pour la maintenance des appareils, la collecte des données stockées sur cartes SD et le changement des bonnettes de protection des micros lorsque celles-ci sont abîmées.

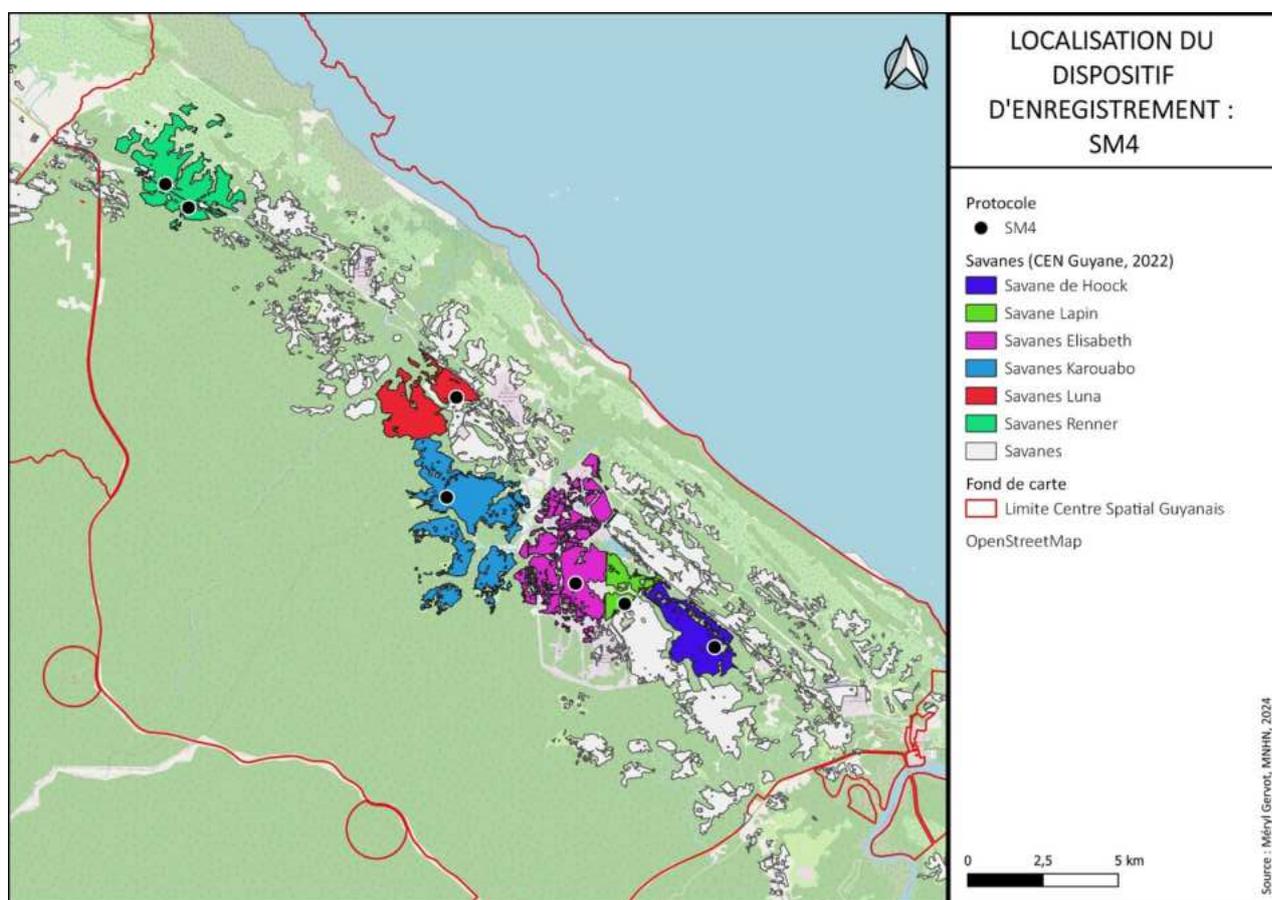
La gestion des batteries était initialement réalisée toutes les semaines, mais l'observation et les tests sur le terrain ont permis d'espacer la maintenance d'un mois entre chaque remplacement de batteries. Les données sont quant à elles récoltées tous les 3 mois ou ponctuellement en cas de risque d'impacts sur le matériel (feux, fusée).

Les SM4 ont fonctionné pendant un an, toutes les nuits, sur des nuits complètes afin de couvrir un cycle biologique. Plus précisément, l'enregistrement débute 30 min avant le coucher du soleil, vers 18 heures jusqu'à 30 min après le lever du soleil, soit environ 6h30 du matin. La durée du jour varie d'environ 30 min sur une année en Guyane, et l'appareil suit ce léger décalage pour débiter et arrêter l'enregistrement.

Les enregistreurs sont installés à environ 1,50 m au-dessus du sol sur un piquet afin d'éviter les bruits parasites causés par le vent dans les herbes, par exemple. L'installation du dispositif dans un arbuste n'est pas recommandée, car en milieu de savane, ces éléments forment des micro-habitats particuliers. Ce sont les seuls abris naturels disponibles pour la faune en zone ouverte, ils peuvent ainsi concentrer différentes espèces d'insectes, amphibiens, oiseaux, etc., autant d'espèces qui engendreront des bruits parasites à la détection de la bécassine. De plus, il est fort probable qu'en cas de pluie ou vent, la détection de la bécassine soit complètement impossible avec les bruits de feuillages ou les grincements de branche.

Le fait d'utiliser des piquets peut également constituer un biais puisque, tout comme un élément naturel (arbres/arbustes), ils peuvent servir de perchoirs aux prédateurs volants et ainsi impacter la présence ou la vocalise des oiseaux autour de celui-ci.

Les dispositifs SM4 sont tous orientés dans la même direction avec les micros opposés au vent dominant.



Carte 2 : Localisation des SM4 sur le CSG

2) Paramètres des SM4

Les sons sont enregistrés en stéréo sauf l'exception d'un micro trop endommagé par les insectes lors du suivi. Le gain audio est laissé à la valeur par défaut de 16 dB et pré amplifié par les micros à 26 dB. Le filtre passe haut n'a pas été activé. Le taux d'échantillonnage a été

fixé à 24 kHz pour limiter la taille des fichiers audio tout en restant compatible avec les vocalisations des bécassines géantes. Les enregistrements continus sont segmentés en fichiers d'1 heure, ce qui correspond à environ 13 fichiers d'une heure par nuit d'enregistrement. Les données sont enregistrées au format W4V-6 qui permet une compression à 62,5%, soit 3 fois plus de données stockées qu'au format WAV.

3) Automatisation de la détection

Pour l'analyse des données, celles-ci sont décompressées au format WAV pour faciliter le traitement et la manipulation sur le logiciel Kaléidoscope développé par Wildlife Acoustics.

Dans un premier temps, l'analyse des sonogrammes est réalisée manuellement par tranche de 5 minutes par heure, du coucher au lever du soleil, ainsi que l'heure complète de 5h à 6h. Ce créneau additionnel est décrit comme la période de plus forte activité par Paul Lenrumé (2022). Cette analyse a permis d'identifier le début des activités et de commencer la réalisation des autres protocoles.

Dans un second temps, la détection de la Bécassine géante est automatisée dans la totalité des enregistrements en utilisant le logiciel BirdNet (Wood and Kahl, 2024). En effet celui-ci a été entraîné à détecter plus de 6 000 espèces d'oiseaux du monde entier, dont la Bécassine géante. Afin d'obtenir des résultats de détection fiables, il est nécessaire d'ajuster les paramètres de détection et en particulier le score de confiance (« confidence score ») au cas particulier de l'étude. Pour cela, une petite partie de la base de données audio a été annotée.

L'échantillonnage a été réalisé de façon stratifiée pour qu'il soit équitable et représentatif du jeu de données. Un fichier son a été sélectionné au hasard par créneaux de 2 heures pour chaque semaine de l'année sur tous les sites suivis. Soit un fichier entre 18h-20h, un entre 20h-22h, un entre 22h-00h, un entre 00h-02h, un entre 02h-04h et un entre 02 h-06h, ce qui représente 6 fichiers par semaine sur 52 semaines répétés sur 7 sites différents.

Ces fichiers sont ensuite analysés par BirdNet avec l'espèce cible et un score de confiance minimum (i.e. 0.01) pour permettre de définir ensuite le score de confiance adapté à la détection de cette espèce.

Pour cela, les résultats issus de cette étape sont segmentés en fichiers de 3 secondes puis 1000 fichiers sélectionnés aléatoirement entre 0.01 et 1 de score de confiance sont révisés manuellement pour savoir s'il s'agit de vrai positif ou de faux positif. Les résultats sont distribués sur une échelle Logit pour former une régression logistique.

A partir de cette régression logistique, il est possible d'associer le score de confiance pour obtenir une probabilité de détection de 95 % d'un son de Bécassine géante.

Après ces étapes, la détection des sons de Bécassine géante dans tous les fichiers audios collectés peut être automatisée.

On peut ainsi comparer les données en fonction de la météo, des micro-habitats, des activités sur les savanes ou de l'activité du Centre Spatial. L'étude acoustique est complétée par des observations de terrain et des données de localisation GPS qui renseignent sur le comportement et les mouvements des oiseaux.

V. Analyses

On a regardé si les variables sites, mois, heure et cycle lunaire avait des effets sur l'activité sonore de la Bécassine géante, en utilisant un test du Chi².

L'effet de la météo, les différences entre savanes, les différences entre les phases lunaires, les variations saisonnières en comparant l'activité par mois, puis les différences horaires avec un intervalle de 15 min sur la détection, ont ensuite été étudiés.

1) Cycle lunaire

Les prospections de terrain donnaient l'impression d'un effet de la lune sur l'activité sonore. Celui-ci a été vérifié en comparant les phases lunaires à l'activité sonore de la Bécassine géante.

Le package R 'suncalc' (Thieurmel, 2022) donne la position de la lune et la phase lunaire pour un lieu et une heure donnée. Il indique une phase égale à 0 pour la Nouvelle Lune, 0.25 pour le Premier Quartier, 0.5 pour la Pleine Lune et 0.75 pour le Dernier Quartier.

Pour plus de précision, nous avons choisi d'intégrer les phases lunaires intermédiaires. On a donc divisé ces seuils en 8 pour obtenir ceci :

- une Nouvelle Lune lorsque la phase est comprise entre 0 et 0.0625 ainsi qu'entre 0.9375 et 1,
- le Premier Croissant lorsqu'elle est comprise entre 0.0625 et 0.1875,
- le Premier Quartier lorsqu'elle est comprise entre 0.1875 et 0.3125,
- la Gibbeuse Croissante lorsqu'elle est comprise entre 0.3125 et 0.4375,
- la Pleine Lune lorsqu'elle est comprise entre 0.4375 et 0.5625,
- la Gibbeuse Décroissante lorsqu'elle est comprise entre 0.5625 et 0.6875,
- le Dernier Quartier lorsqu'elle est comprise entre 0.6875 et 0.8125
- et enfin le Dernier Croissant lorsqu'elle est comprise entre 0.8125 et 0.9375.

On a ensuite comparé la somme des détections sonores calculées au prorata du nombre de jours par phase lunaire.

2) Variables météorologiques

Pour observer l'influence de l'environnement sur l'activité de la Bécassine géante, les variables météorologiques ont été comparées à l'activité sonore des oiseaux.

Ont été testés l'effet de la température (T : température sous abri instantanée (en °C et 1/10)), de la pluie (RR1 : quantité de précipitation tombée en 1 heure (en mm et 1/10) et DRR1 : durée des précipitations (en min)), de l'humidité relative (U : humidité relative (en %)) et de la force du vent (FF : force du vent moyenné sur 10 min, mesurée à 10 m (en m/s et 1/10)).

Ces variables sont issues de la station météorologique du centre spatial guyanais de Kourou, disponible sur le site de Météo-France.

Les données climatiques sont associées aux données de présence ou d'absence de l'oiseau, sur la période d'enregistrement uniquement (donc nocturne).

Pour chaque variable, un test de Wilcoxon a été réalisé pour comparer la médiane avec et sans détection ainsi qu'un test de Kolmogorov-Smirnov pour comparer les distributions.

VI. Résultats

1) Données collectées

Les enregistreurs acoustiques passifs ont fonctionné entre 18 h et 6 h du matin environ chaque jour de l'année entre le 29 août 2023 et le 17 septembre 2024. À raison d'un fichier par heure sur ces 385 jours, on devrait avoir 5 005 fichiers par site.

Des anomalies ont entraîné des échecs d'enregistrements. Néanmoins, on cherche avant tout à connaître les variations sur une année complète, ce qui représente pour 365 jours environ 4 745 fichiers par site.

Sept sites différents ont été enregistrés, ce qui représente un total de 34 494 heures d'enregistrement.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif du nombre d'heures enregistrées par site.

Sites	BSB	KAROUABO	METEO	LUNA	LUZ	PARACOU	RENNER
Nbr heures	4937	5000	4840	4976	5000	4901	4840
Total	34 494 heures						

Un pré-traitement des sons a été réalisé manuellement afin de rechercher la présence de la Bécassine géante. Pour cette pré-analyse, 5 minutes par heure d'enregistrements puis l'écoute d'une heure complète avant le lever du soleil, du 29 août au 28 novembre 2023 ont été traitées. Ainsi, l'activité de la Bécassine géante a commencé timidement début novembre pour s'accroître vers la fin du mois de novembre en même temps que les premières pluies sur le département. L'analyse manuelle est très longue à réaliser et n'a donc pas été poursuivie.

2) BirdNet

Une détection automatique a été mise en place parmi les fichiers sons recueillis sur le terrain.

L'estimation du score de confiance pour une probabilité de détection de 95 % de la Bécassine géante par le logiciel BirdNet a pu être définie à 0.41 (Figure 14). La définition de ce paramétrage permet de lancer l'automatisation de la détection dans l'ensemble de nos fichiers sons.

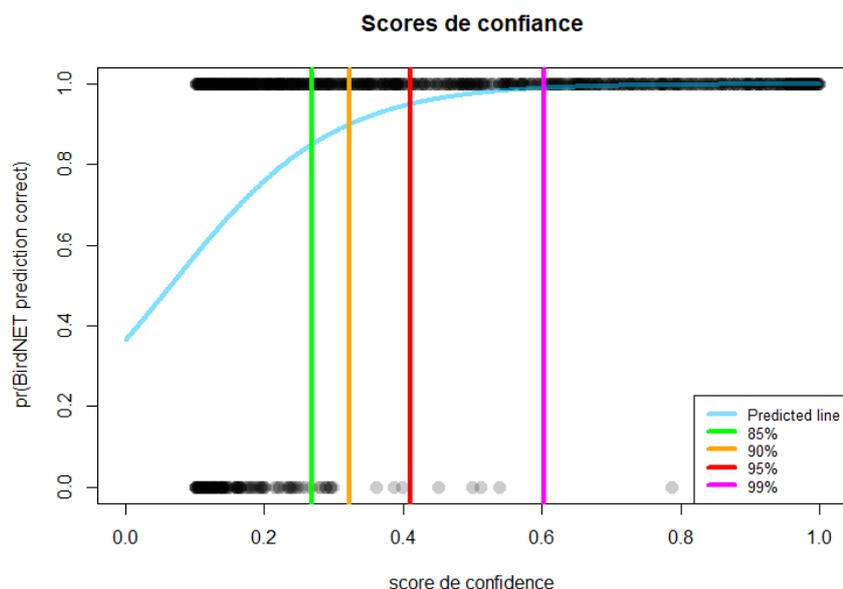


Figure 14 : Définition du score de confiance à partir de 1000 segments de prédiction vérifiés manuellement.

La détection automatisée à 95% de précision avec BirdNet entre le 1er septembre 2023 et le 31 août 2024, donne les résultats présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 3) en fonction du site d'étude. Le site BSB affiche le plus grand nombre de détections (26 171), suivi de KAROUABO (21 630) et LUNA (14 130). Les sites LUZ et METEO présentent des valeurs plus faibles, avec respectivement 1 852 et 6 660 détections.

On observe une variabilité importante de l'activité sonore détectée entre les sites, possiblement liée à des conditions environnementales et/ou d'abondance locale de la Bécassine géante.

Tableau 3 : Nombre de détections de Bécassine géante entre le 1er septembre 2023 et le 31 août 2024 par site d'étude avec un indice de confiance de 95%.

Site	BSB	KAROUABO	LUNA	LUZ	METEO	PARACOU	RENNER
Nbr de détection positive	26171	21630	14130	1852	6660	13445	9420

3) Différences entre savanes

Le test du Chi² montre qu'il existe des différences d'activité sonore des bécassines entre les sites (X-squared = 12998, df = 6, p-value < 1e-16).

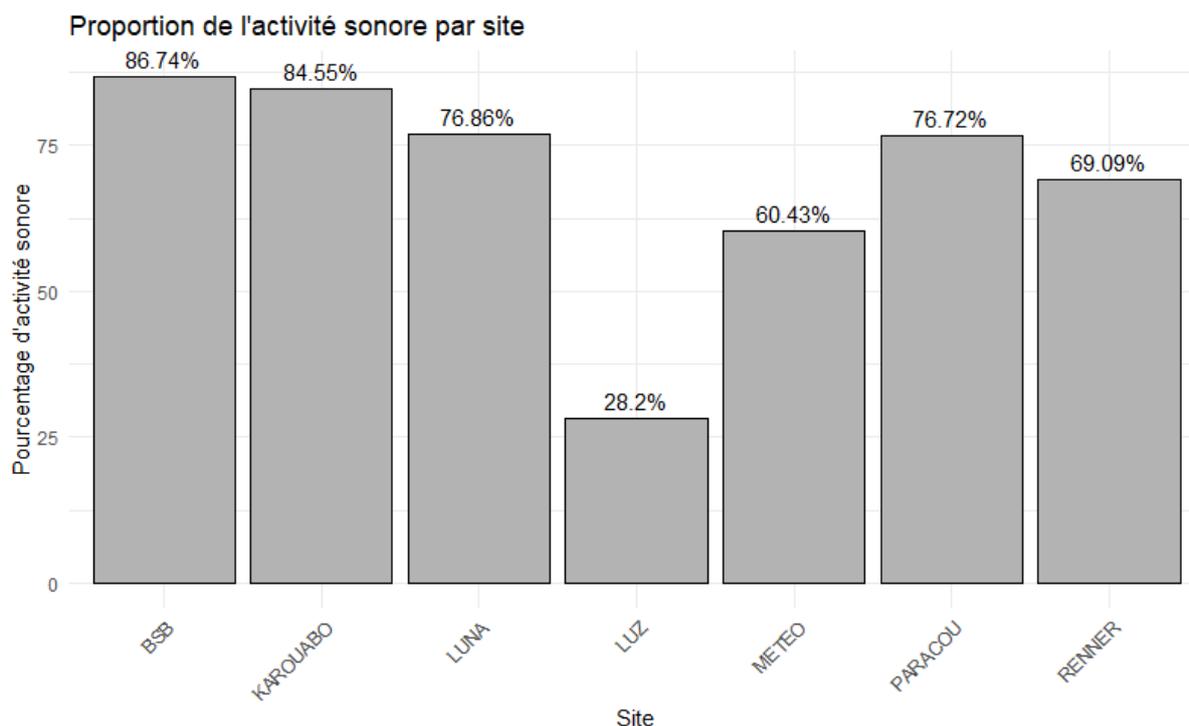


Figure 15 : Graphique représentant la proportion de l'activité sonore par site

Le pourcentage d'activité est calculé en divisant le nombre de détections sonores (présence) par le nombre total d'observations (présence + absence) pour chaque site.

Le site du BSB présente la plus forte activité sonore nocturne (86,7 %). Le site de KAROUABO suit avec 84,5 %, ce qui indique également une activité sonore élevée. Ces sites ont également une forte activité sonore d'amphibiens, d'insectes et d'autres oiseaux nocturnes, ce qui suggère la présence de ressources alimentaires variées et souligne l'intérêt du milieu pour la biodiversité en général.

Les sites de PARACOU (76,7 %), RENNER (69,1 %), METEO (60,4 %) et surtout LUZ (28,2 %) montrent une activité sonore plus faible. Ces sites ont subi de grosses perturbations durant l'étude avec des incendies plus ou moins étendus rendant l'environnement moins accueillant pour la Bécassine géante.

Le site de LUZ en particulier est exposé à des bruits artificiels liés à la présence d'une carrière à proximité, ces bruits réduisent la détection des sons de l'espèce. De plus, la végétation et la faible présence de patch humide à proximité de l'enregistreur limitent l'intérêt du site pour l'espèce.

4) Cycle lunaire

Le test du Chi² montre qu'il existe une association significative entre la phase lunaire et la manifestation sonore de l'espèce (X-squared = 5197.8, df = 7, p-value < 2.2e-16). La probabilité de détecter l'espèce dépend de la phase lunaire.

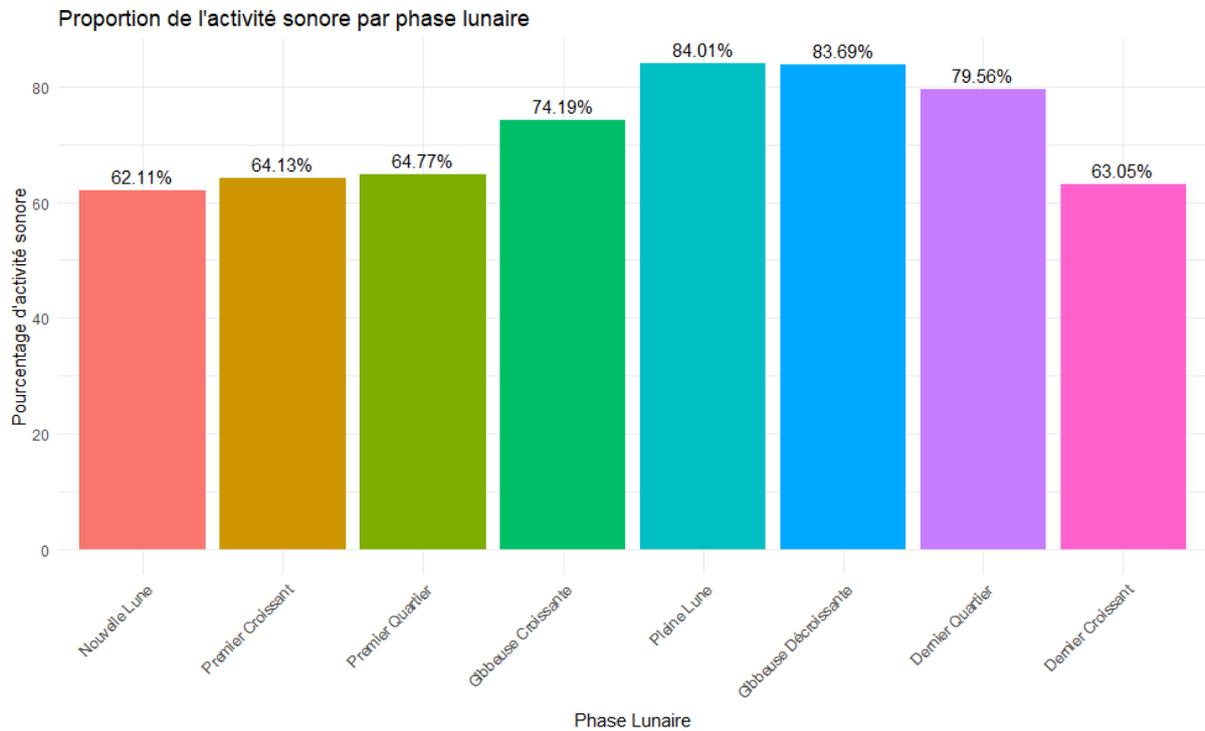


Figure 16 : Proportion de l'activité sonore en fonction des différentes phases lunaires

Le pourcentage d'activité est calculé en divisant le nombre de détections sonores (présence) par le nombre total d'observations (présence + absence) pour chaque phase lunaire.

L'activité sonore a tendance à être plus forte autour de la Pleine Lune et de ses phases proches, avec 84,0 % d'activité en pleine lune et 83,7 % en lune gibbeuse décroissante. L'activité est plus faible lors de la nouvelle lune (62,1 %). La quasi-absence de lumière pourrait limiter les déplacements et interactions des individus, réduisant ainsi leur activité sonore.

Ces résultats suggèrent que l'éclairage de la lune favorise une plus grande activité sonore des espèces étudiées, soit en facilitant leurs déplacements, soit parce que leurs vocalisations s'accompagnent de parades visuelles. La lumière de la Lune peut aussi être un stimulus de l'activité sonore, comme on l'observe chez d'autres oiseaux nocturnes comme les ibijaux (*Nyctibius spp.*, Nyctibiidae) (Cleere 1998, Claessens et al. 2005).

5) Variations saisonnières

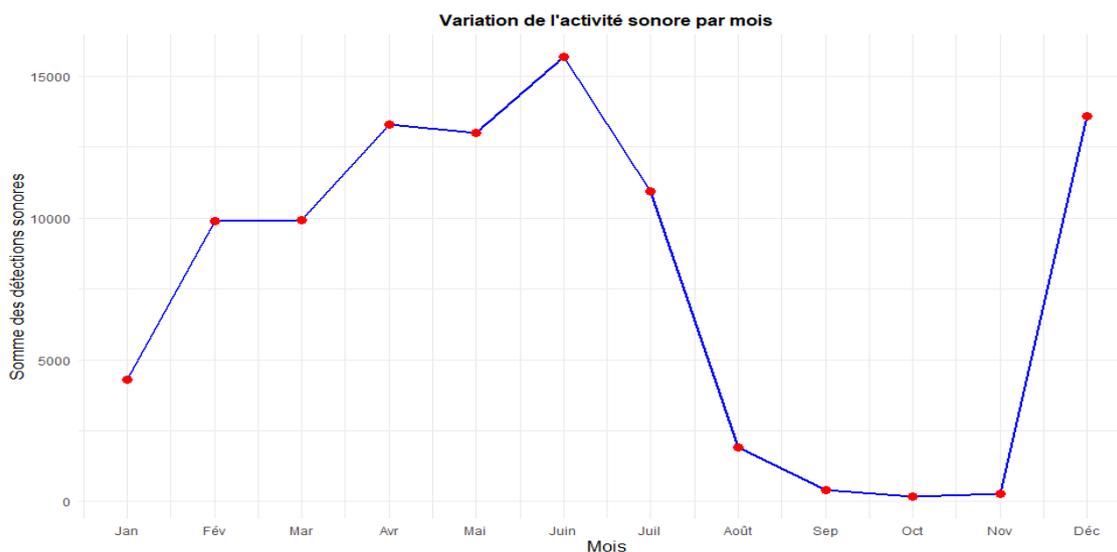


Figure 17 : Courbe représentant la variation saisonnière de l'activité sonore de la Bécassine géante

On observe une variabilité saisonnière marquée chez la Bécassine géante avec des pics d'activité sonore concentrés entre décembre et juillet (Figure 17). L'activité sonore est particulièrement élevée en saison des pluies. Après le pic de juin, l'activité sonore diminue rapidement et atteint son niveau le plus bas entre août et novembre lors de la saison sèche. Le pic de décembre correspond au retour des pluies et à la baisse des températures lors de cette année de suivi. Ces analyses vont dans le sens des résultats obtenus par Paul Lenrumé (2024) et des observations de nids sur le territoire guyanais.

La Figure 18 montre que ces variations saisonnières cachent des fluctuations hebdomadaires importantes, avec des pics d'activité sonore réguliers les semaines 12-14 (fin mars-début avril), 17 (avril), 21 (mai) et 24-27 (juin-début juillet). Ces fluctuations sont pour la plupart en lien avec le cycle lunaire, comme démontré précédemment. En effet, chaque creux correspond à des phases de Nouvelle lune. Des dysfonctionnements de matériel d'enregistrement ont également pu contribuer au creux de la semaine 15 (avril). Lors de la semaine 28 (juillet), la détection de l'activité sonore de l'oiseau a également été perturbée par les préparatifs et le lancement de la fusée Ariane 6 qui a eu lieu le 9 juillet 2024, ce qui engendre des bruits parasites contraignant la détection automatique.

À partir de la fin août (semaine 34 environ), l'activité diminue progressivement, atteignant des niveaux quasi nuls entre octobre et novembre. Cette chute pourrait être liée à la fin de la période de reproduction ou au départ de certains individus, peut-être influencés par des facteurs environnementaux tels que l'augmentation des températures, l'assèchement des sols ou la raréfaction des ressources alimentaires.

Une forte reprise de l'activité sonore est visible à partir de la semaine 48 (début décembre) et atteint un pic en semaine 52 (fin décembre). Ce regain soudain pourrait être dû à des conditions météorologiques particulières comme le début des pluies, qui influencerait la présence des oiseaux sur les sites suivis et/ou le début des parades.

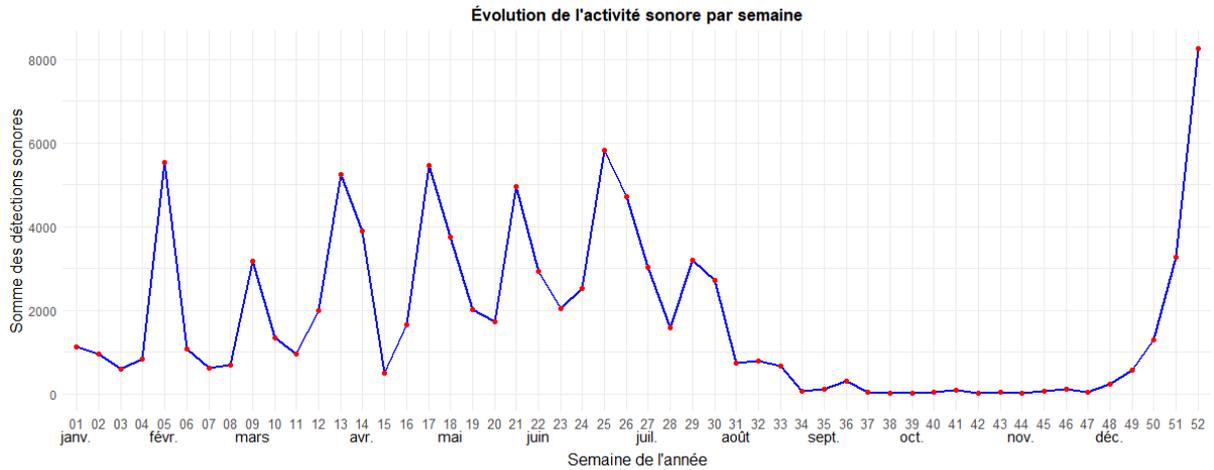


Figure 18 : Courbe plus détaillée de l'évolution de l'activité sonore par semaine tout au long d'une année (2024).

6) Variations horaires

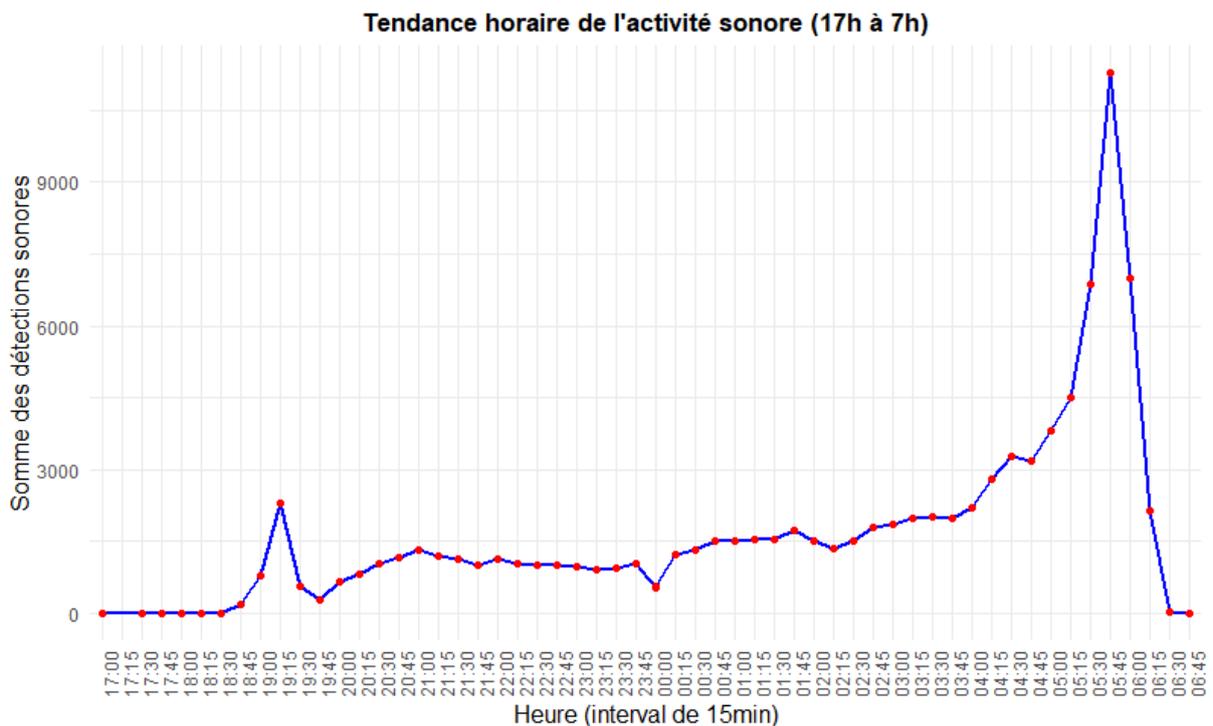


Figure 19 : Courbe des cumuls de détections en fonction de l'heure de la nuit (intervalles de 15 min).

La Bécassine géante est connue pour son activité sonore nocturne. Paul Lenrumé dans son étude de 2024 avait mis en avant un pic d'activité de 05h à 06h20 du matin.

On peut effectivement constater que la Bécassine géante a un premier pic d'activité crépusculaire entre 19h et 19h30 puis un second avant l'aube avec une augmentation progressive entre 04h30 et 06h15, et un pic d'activité sonore maximale à 06h15.

Le pic crépusculaire marque le début de l'activité nocturne. Bien qu'active toute la nuit, entre 19h30 et 04h30 l'activité est plutôt modérée. Cela pourrait correspondre à une période d'alimentation, de déplacement et de recherche de congénère. Le pic avant l'aube, quant à lui, est le moment où l'espèce devient plus active avant de se reposer pendant la journée.

Après une nuit d'alimentation, on peut supposer que l'espèce vocalise avant l'aube pour parader, rechercher des partenaires ou marquer son territoire avec les premières lueurs du soleil.

7) Variables météorologiques

- Température

La comparaison des températures nocturnes pour chaque donnée enregistrée de présence ou d'absence montre une différence significative des médianes (test de Wilcoxon : $W = 311540728$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). La température médiane lors des détections (présence) est de 25,4 °C contre 27,2 °C sur toute l'année (présence + absence). Le test suggère que les températures lors des détections sont systématiquement plus basses que celles enregistrées globalement. 89 % des détections se produisent à une température inférieure à la médiane globale.

Les distributions des températures lorsqu'il y a une détection sont significativement différentes des températures nocturnes annuelles avec un test de Kolmogorov-Smirnov significatif ($D = 0.40787$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). Les détections ont tendance à se produire à des températures spécifiques, différentes de la distribution annuelle normale des températures.

Les températures des détections sont plus concentrées autour d'un intervalle réduit (entre 24,5°C et 26,5°C). Cela indique que des températures extrêmes, en particulier les plus élevées, freinent ou inhibent l'activité sonore des bécassines. La température maximale est de 29,8°C lors des détections contre 34,9°C globalement.

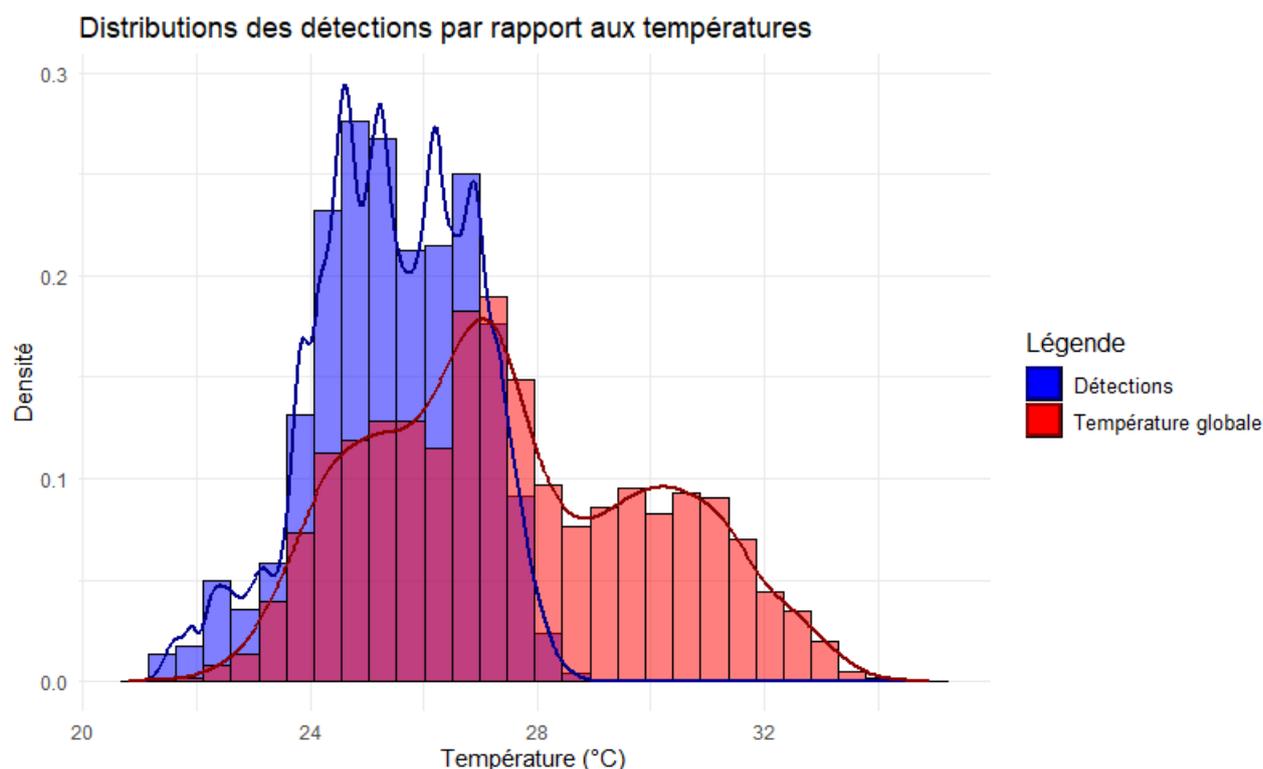


Figure 20 : Comparaison des distributions de températures lors des détections et dans l'ensemble des données de température enregistrées.

- Humidité relative

La médiane de l'humidité relative lors des détections est significativement différente de la médiane annuelle (Test de Wilcoxon : $W = 891695462$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). Elle est de 94 % lors des détections alors que la médiane annuelle de l'humidité relative est de 84.0 %, soit 11.9 % plus élevée. Les détections sont à 80.9 % au-dessus de la médiane annuelle (84 %).

De plus, le test de Kolmogorov-Smirnov ($D = 0.33515$, $p < 2.2e-16$) confirme que les distributions globales des valeurs d'humidité sont également significativement différentes, suggérant que les conditions d'humidité lors des détections sont non seulement plus élevées, mais aussi plus concentrées autour de valeurs élevées (Figure 21). Les données de détections sont essentiellement comprises entre 86 % et 96 % d'humidité.

Sur toute l'année, l'humidité maximum connue avec détection est de 99 % et l'humidité minimum est de 69 %.

Bien que la Bécassine géante montre une activité saisonnière plus forte en saison des pluies, l'activité sonore semble surtout liée à l'humidité ambiante. On observe qu'en saison sèche (Figure 22), il y a quand même une activité sonore mais concentrés autour des conditions d'humidité élevé. L'intervalle des données de détection est compris entre 93 % et 97 % d'humidité relative. Le minimum d'humidité connue pour une détection lors de la saison sèche est de 76 %.

En revanche, en saison des pluies les données de distribution se recourent à partir de 83 % d'humidité. Le minimum d'humidité connue pour une détection en saison des pluies est de 70 %. Les données de détections sont comprises entre 88 % et 97 % d'humidité relative.

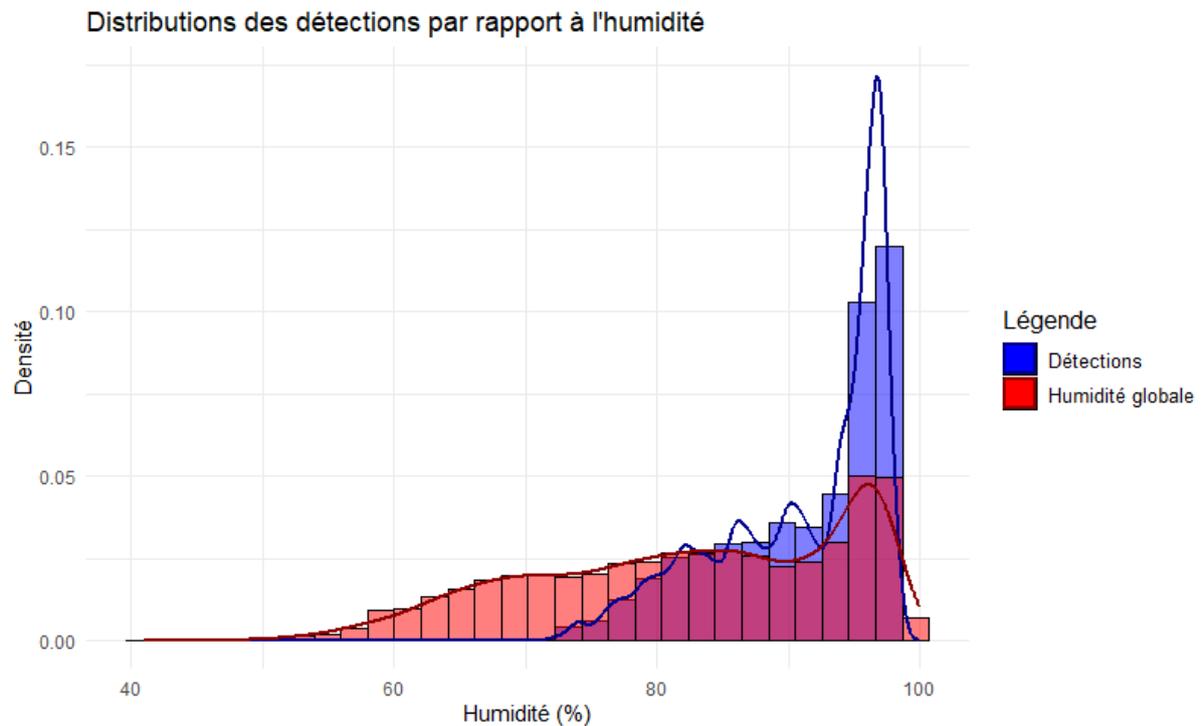


Figure 21 : Comparaison des distributions de l'humidité relative lors des détections et pour l'ensemble des données d'humidité relative enregistrées par la station météo du Centre Spatial.

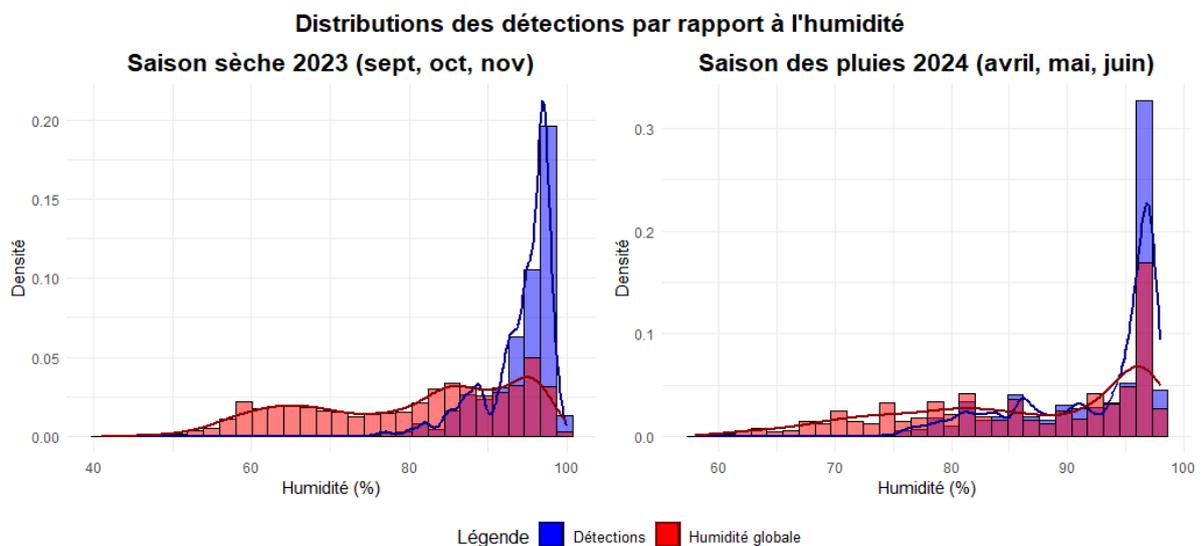


Figure 22 : Comparaison des distributions saisonnières de l'humidité relative lors des détections.

- Pluie

Dans le cas de la pluie, les médianes de la pluie globale sur l'année et la détection lorsqu'il pleut, sont toutes deux égales à 0.

Le test de Wilcoxon suggère néanmoins des précipitations significativement différentes ($W = 632564874$, $p\text{-value} = 5.082e-08$) entre les deux groupes (pluie globale et pluie avec détection). Ce test compare les rangs des valeurs et on observe tout de même une différence de moyenne.

Le test de Kolmogorov-Smirnov (KS-test) montre une différence entre les distributions statistiquement significative mais très faible ($D = 0.016998$, $p\text{-value} = 0.002351$). La pluie n'a probablement qu'un faible impact sur la détection.

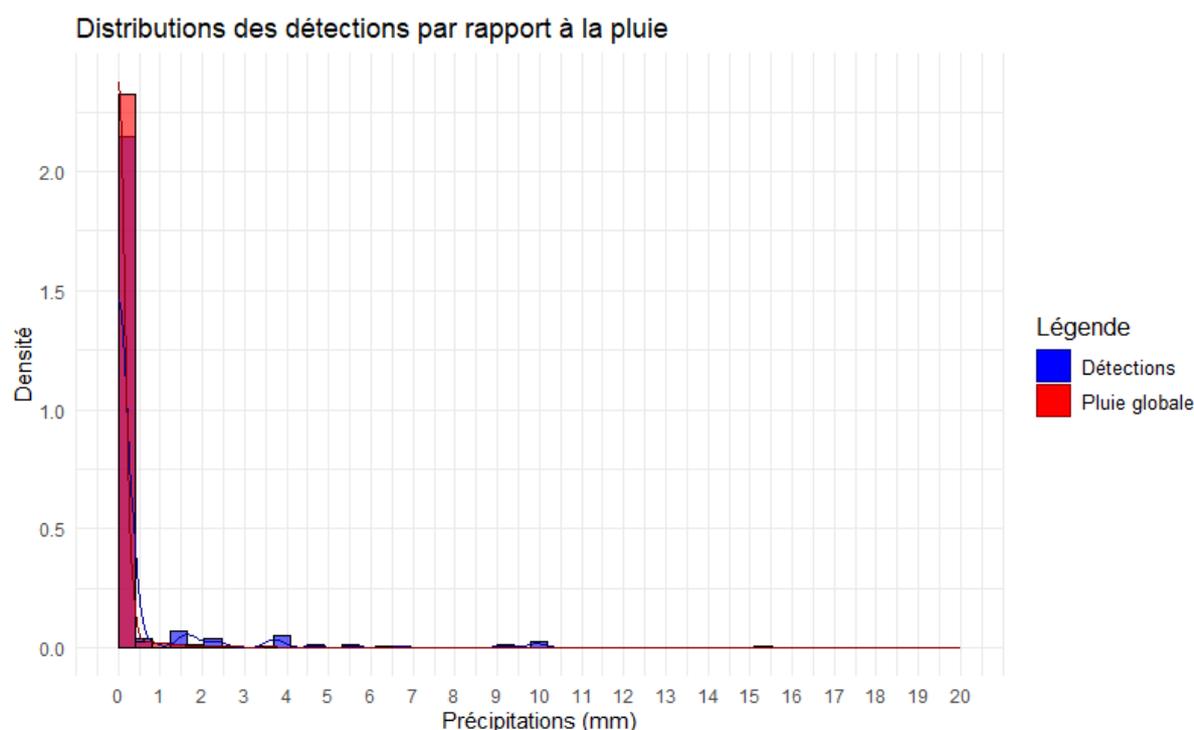


Figure 23 : Comparaison des distributions des précipitations lors des détections et dans l'ensemble des données de précipitation enregistrées.

- Force du vent

Le test de Wilcoxon montre une différence significative des médianes ($W = 349693349$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). La médiane de la vitesse du vent lors des détections est de 1.2 m/s, elle est significativement différente de la médiane globale qui est à 2.6 m/s.

Les distributions en fonction de la force du vent sont significativement différentes avec un test de Kolmogorov-Smirnov ($D = 0.35312$, $p\text{-value} < 2.2e-16$). La distribution de la vitesse du vent pendant les détections est significativement différente de la distribution globale de la vitesse du vent. Les détections sont plus fréquentes lors de vents plus faibles.

Les détections sont concentrées autour d'un intervalle 0,6 à 2 m/s de force du vent.

L'espèce est moins détectée lorsque que les vents sont forts, 83,5 % des détections se font en dessous de la médiane de la force du vent égale à 2,6 m/s. Les vents forts, tout comme les fortes pluies, réduisent la probabilité de détection des oiseaux. Cela pourrait être dû à un effet réel, limitant l'activité des oiseaux ou bien au recouvrement des chants par le bruit du vent (diminution de la détectabilité des chants sur les enregistrements).

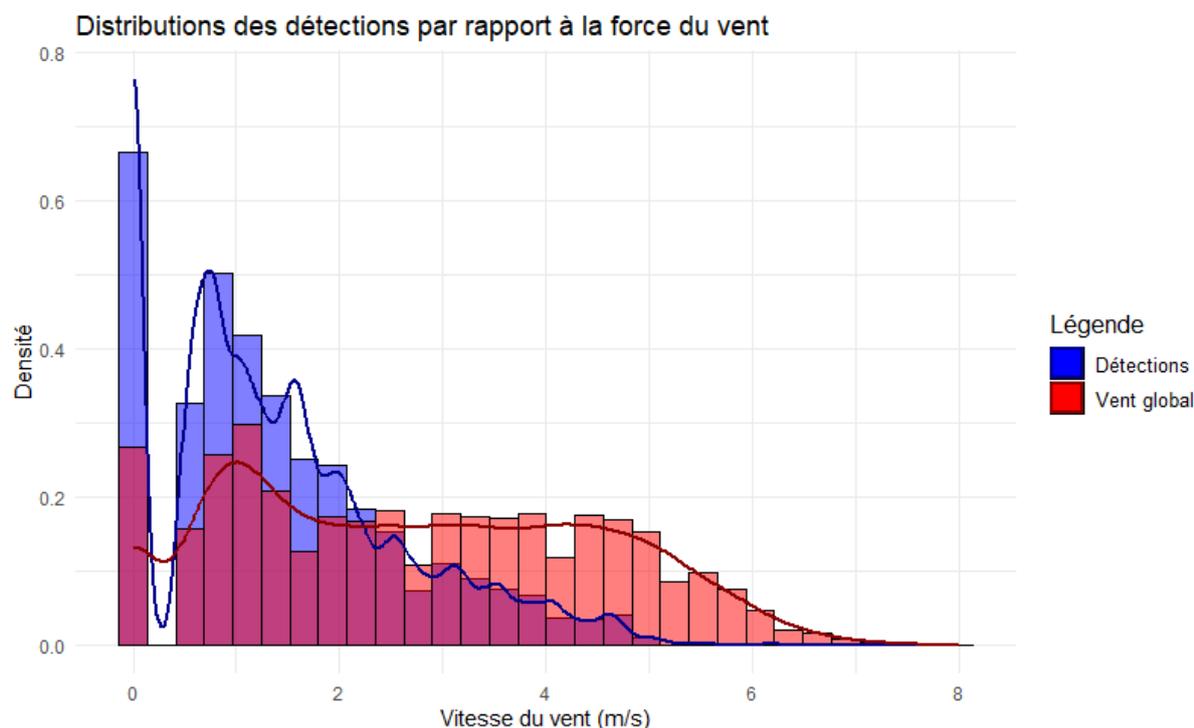


Figure 24 : Comparaison des distributions de la force du vent lors des détections et dans l'ensemble des données de la force du vent enregistrées.

VII. Discussion

Les enregistreurs acoustiques passifs représentent une approche pertinente pour optimiser les inventaires de terrain tout en réduisant le temps d'intervention et le biais observateurs. La disposition des enregistreurs ne permet pas de dénombrer les oiseaux, pour cela il faudrait réaliser une triangulation et écouter les enregistrements manuellement pour détecter les superpositions sonores.

La détection automatique dans les fichiers sons a bien fonctionné pour cette espèce, car étant nocturne, les bruits parasites sont limités. De plus, elle est suffisamment active, audible et avec une identité acoustiques unique pour composer un échantillon de référence fiable.

La quantité de données collectées sur une année complète a permis de mettre en évidence la préférence de l'espèce pour vocaliser lorsque le ciel est clair et autour de la pleine lune. Elle

est majoritairement active lors de la saison humide et quasiment absente en saison sèche de septembre à décembre pour l'année 2023.

Son pic d'activité sonore se situe entre 04h15 et 06h15 du matin avec un maximum à 05h45.

L'espèce préfère des températures comprises entre 24,5°C et 26,5°C et n'aime pas les fortes chaleurs pour chanter. Elle apprécie lorsque l'humidité est élevée entre 86 % et 99 % d'humidité relative. Les précipitations ont un effet positif sur l'activité sonore. Le vent ne doit pas être trop fort pour détecter l'espèce, idéalement entre 0,6 et 2 m/s de force du vent.

Ces résultats totalement inédits apportent un éclairage nouveau sur le comportement de la Bécassine géante. Ils vont surtout permettre de guider les futures études sur cette espèce et la définition de protocoles de suivis, en ciblant les périodes et conditions météorologiques les plus favorables à la détection de l'espèce.



Figure 25 : Dispositif Song Meter 4 (SM4) installé dans une savane sèche, fixé sur un piquet à 1,50 m au-dessus du sol. © Méryl Gervot

E. Densités selon l'habitat utilisé et estimation de la taille de la population

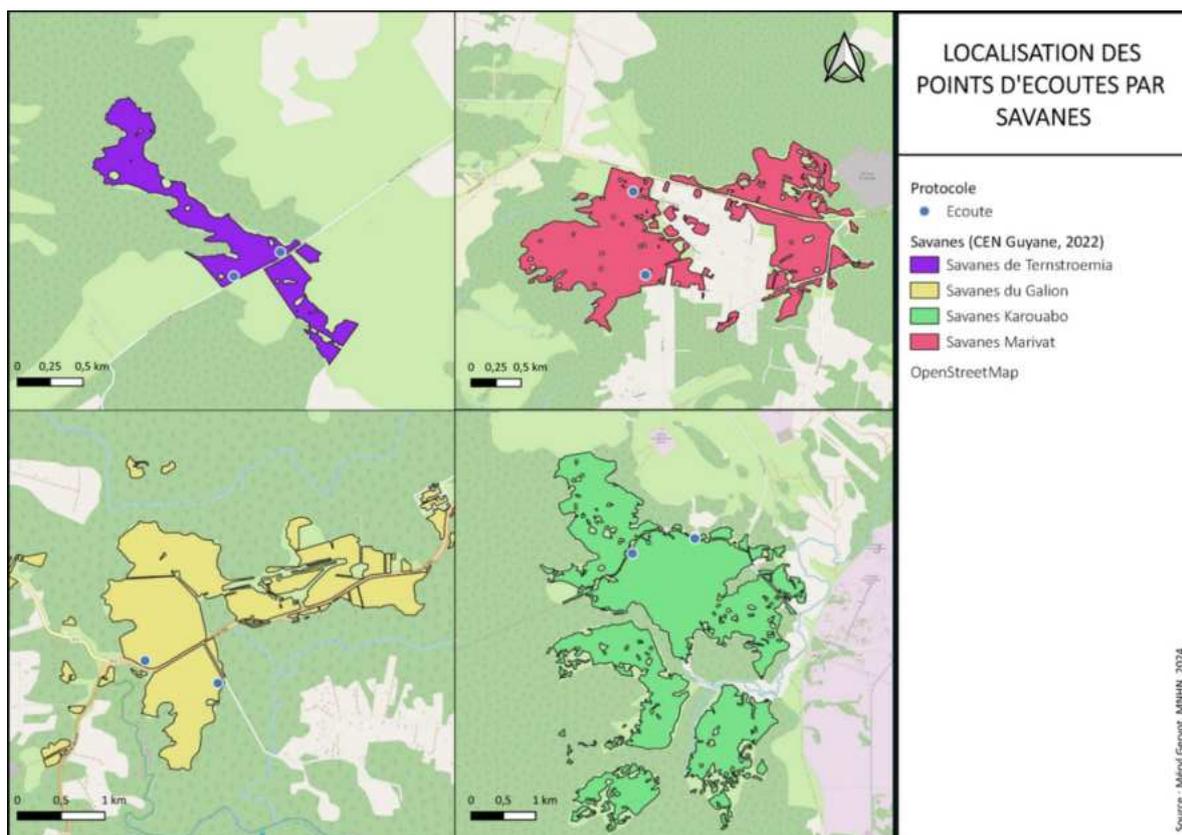
I. Méthodes

1) Collecte de données

Le protocole choisi pour estimer la taille de la population est un dénombrement par points d'écoute.

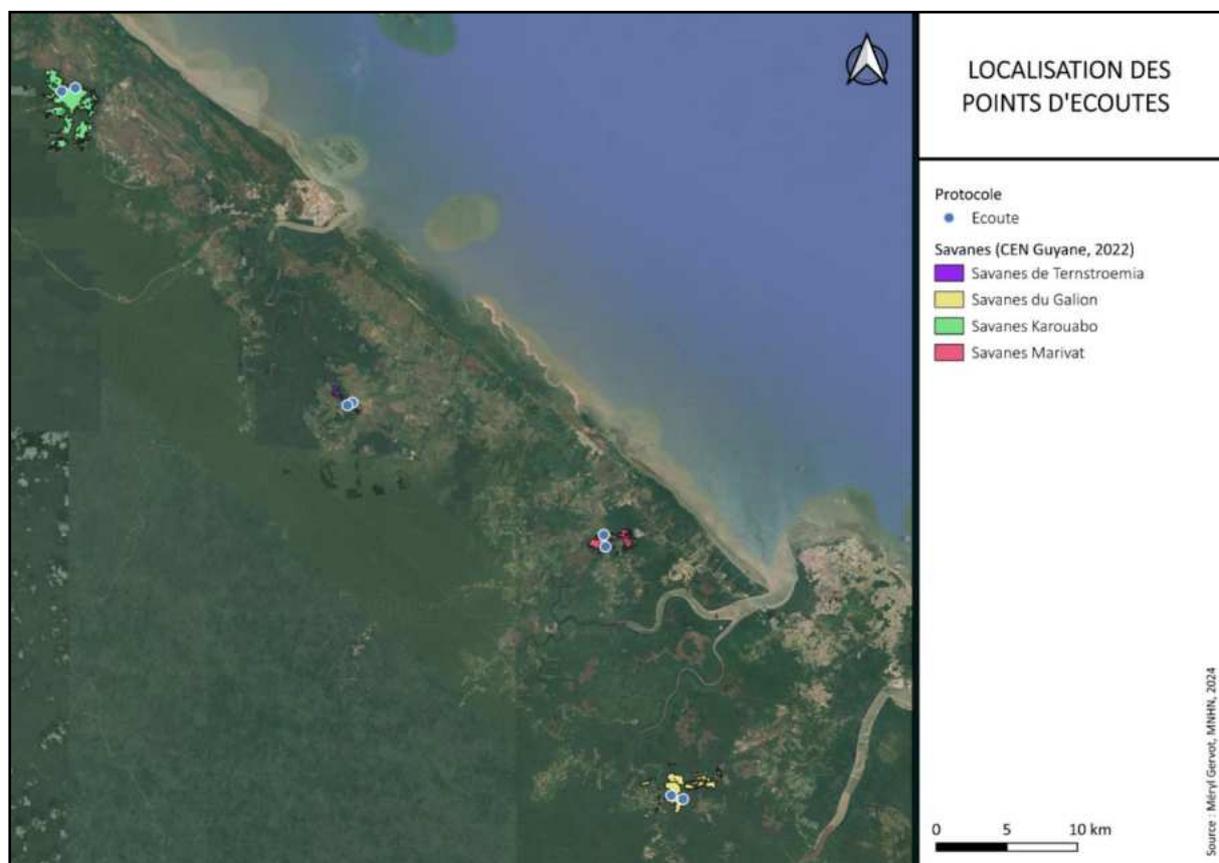
Ils sont réalisés entre 05h et 06h du matin, ce qui correspond à la période de plus forte activité pour cette espèce décrite par Paul Lenrumé (2024). Le point d'écoute dure 5 minutes à la suite d'un stimulus sonore diffusant le chant de la Bécassine géante. N'ayant qu'une année d'étude et ne connaissant pas la période d'activité de l'espèce au démarrage de l'étude, le protocole a été répété sur 3 mois : en septembre (saison sèche), en mars (petit été) et en mai (saison des pluies).

Sur chaque savane inventoriée, deux points d'écoute ont été définis en fonction de l'habitat et de l'accessibilité ; Ils sont espacés de minimum 500 m afin de détecter la majorité des individus sur cette savane (Carte 3). Pour apporter de la robustesse statistique aux points d'écoute, 3 passages espacés d'une semaine sont réalisés par mois.



Carte 3 : Localisation des points d'écoute par savane suivie

Quatre savanes ont été choisies pour leur répartition géographique, leur facilité d'accès de nuit et la récurrence des données de Bécassine géante sur chaque site. Une savane se trouve sur le site protégé du Centre Spatial Guyanais et les 3 autres en dehors : savanes de Ternstroemia (Kourou), savanes du Galion (Montsinéry-Tonnegrande) et savane Marivat (Macouria) (Carte 4).



Carte 4 : Répartition des points d'écoute Bécassine géante en Guyane

2) Méthode d'analyse

Les résultats sont analysés sous le logiciel R, avec la méthode du Site occupancy (package unmarked) souvent utilisée en écologie. La méthode intègre la probabilité qu'un site soit occupé et la probabilité de détection de l'espèce si elle est présente. Pour cela, il faut des données de répétition dans le temps et dans l'espace, d'où l'intérêt de faire 2 répliquas par site, 3 répliquas par mois, sur 3 mois différents et 4 sites en tout. Ces répétitions permettent de distinguer entre une véritable absence et une non-détection.

L'estimation de la population sera ensuite rapportée à la surface vitale moyenne d'un individu pour évaluer la densité.

II. Résultats

Les résultats bruts des points d'écoutes sont disponibles dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Résultat brut des points d'écoute aux différentes dates et sites

Sites suivis	Septembre			Mars			Mai		
	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3
Savanes Karouabo (CSG)	4/09	11/09	18/09	04/03	11/03	18/03	06/05	13/05	21/05
	1 individu 1 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	4 individus 2 individus	3 individus 2 individus	1 individu 1 individu	3 individus 2 individus	3 individus 1 individu	2 individus 1 individu
Savanes du Galion	5/09	12/09	27/09	07/03	14/03	21/03	09/05	16/05	24/05
	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu
Savanes Marivat	7/09	14/09	26/09	06/03	13/03	20/03	07/05	14/05	23/05
	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	2 individus 3 individus	2 individus 0 individu	4 individus 0 individu	2 individus 0 individu	2 individus 0 individu	0 individu 0 individu
Savanes Ternstroemia	6/09	13/09	25/09	05/03	12/03	19/03	08/05	17/05	22/05
	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	1 individu 0 individu	0 individu 0 individu	0 individu 0 individu	3 individus 2 individus	1 individu 0 individu	2 individus 0 individu

L'absence d'observation sur les savanes du Galion est probablement liée aux fortes sécheresses de cette année d'étude (2023-24) et aux incendies. Contrairement aux autres savanes, la végétation sur celles-ci a mis beaucoup plus de temps à se régénérer et aucun individu n'est venu avant la fin du protocole d'écoute.

On observe que le mois de septembre n'est pas propice aux activités vocales de l'espèce. Le mois de mars en revanche est plus productif et le mois de mai permet d'accueillir de nouvelles Bécassines géantes sur la savane Ternstroemia.

Tous ces éléments sont pris en compte et modélisés pour définir quelles variables influencent, ou non, la détection de l'espèce ou l'état de la population.

Les variables : mois (septembre, mars, mai), sites (Karouabo, Galion, Marivat, Ternstroemia), réplicas (semaine 1, 2 ou 3) et points d'écoute (point 1 ou 2), ont été combinées dans différents modèles.

Toutes les combinaisons ont généré 256 modèles, classés en fonction du critère AIC (Akaike Information Criterion) afin de comparer leur qualité d'ajustement.

Le meilleur modèle (avec l'AIC le plus bas) est :

$$\text{Détection} = \sim \text{Replica} + \text{Mois} + \text{Site et État} = \sim 1$$

Cela signifie que la probabilité de détection varie selon le réplica, le mois et le site, mais l'état (taille de la population) ne dépend d'aucune variable.

La taille de la population a été estimée à 82,27 individus répartis sur l'ensemble des réplicas, sites et mois d'étude.

Grâce aux balises GPS et à la mesure du domaine vital (cf. chapitre H.3), p.58), on peut estimer la surface fréquentée à 95% pour un individu. La surface moyenne est de à 883 945 m² (0,88

km²). Transformée en cercle, cette surface représente un rayon moyen d'environ 530 m autour de chaque point d'écoute.

La densité de la population a ainsi pu être estimée à 1,94 individu/km² d'habitat favorable.

Si on rapporte le résultat de 1,94 individu/km² à la superficie de savanes connues en Guyane, soit 18 680 ha (COMMUNIQUE DE PRESSE de la DGTM, Cayenne, mercredi 15 février 2023 - Publication de l'atlas des savanes de Guyane : localisation, patrimonialité et menace), la taille de la population est estimée à **363 individus**.

III. Discussion

Les observations de nuit à l'occasion des captures ont permis de constater que les Bécassines pouvaient se rassembler sur certaines savanes et se mélanger entre espèces. Il était très fréquent d'observer la Bécassine du Pantanal à quelques mètres d'une Bécassine géante et d'entendre les deux espèces chanter au même moment au même endroit. Cette proximité s'explique *a priori* par des besoins écologiques identiques, mais pas forcément par l'existence d'interactions entre les deux espèces même si la Bécassine du Pantanal semblait parfois attirée par la repasse des cris de Bécassine géante.

Dans cette analyse, seul l'habitat de savane, correspondant à l'habitat de reproduction connu, a été pris en compte. Cependant, les suivis télémétriques ont montré que la Bécassine géante occupe, de manière plus occasionnelle ou saisonnière, d'autres types d'habitats à végétation basse (prairies, marais...).

Les comptages d'oiseaux sur la base de points d'écoute, avec ou sans repasse, peuvent être biaisés selon le sexe ratio des oiseaux contactés. Chez beaucoup d'oiseaux, seuls les mâles chantent et répondent à la repasse, tandis que les femelles sont généralement plus discrètes. Si les femelles ne chantent pas et ne répondent pas à la repasse, les oiseaux contactés lors des points d'écoute sont alors uniquement des mâles, et dans l'hypothèse d'un sexe-ratio équilibré la densité réelle est le double de celle calculée. Chez la Bécassine géante, la répartition des émissions sonores entre les deux sexes est inconnue. Si l'on suppose que le chant en vol et le son mécanique de parade sont le fait du mâle, les cris au sol pourraient quant à eux être émis par la femelle, ou par les deux sexes (van Gils et al. 2020). Si cette hypothèse est vérifiée, les femelles ont bien été prises en compte et la densité calculée est donc réelle.

La formation de leks, rassemblements pour les parades, telle que suggérée par les observations, est une autre source de biais lorsqu'on extrapole les densités observées à la surface totale d'habitats favorables. Elle conduit à surestimer la taille de la population globale.

Les connaissances acquises au cours de cette étude recommandent d'espacer les points d'écoute d'au moins 2 km pour éviter tout chevauchement. Nos points d'écoute, espacés de 500 m sur une même savane, ont pu conduire à une surestimation de la densité avec des individus comptabilisés plusieurs fois.

Si cette méthode devait être reproduite, il serait pertinent d'augmenter le nombre de zones échantillonnées en diversifiant les habitats et en ciblant des milieux stables sans perturbation sur la durée de l'étude.

L'estimation de la population guyanaise de Bécassine géante à 363 individus, à partir de nos points d'écoute, est supérieure à celle de « moins de 250 individus » proposée « à dire d'experts » pour l'évaluation de la Liste rouge des espèces menacées de Guyane (UICN France 2017). Cette nouvelle valeur pourrait conduire à réviser le statut de conservation de l'espèce en Guyane selon les critères de l'UICN. Elle reste cependant beaucoup plus modeste que celle de Lenrumé (2024), qui à partir de points d'écoute réalisés dans des savanes de petite surface estime la population de Bécassines géantes à 1970 individus. La différence de méthodologie ainsi que la différence des conditions météorologiques entre ces deux études incitent à la prudence dans l'interprétation des résultats. Rappelons que l'étude de P. Lenrumé a eu lieu sous l'influence de La Niña, qui a eu pour effet d'apporter une pluviométrie excédentaire alors que cette étude a eu un gros déficit pluviométrique sous l'influence d'El Niño, rendant le climat hostile pour l'espèce.



Figure 26 : Lever de soleil sur la savane du Galion après un point d'écoute © Méryl Gervot.

F. Recherche de nids à partir des données GPS

I. Méthodes

La fonction `find_nest()` du package R « `nestR` » (Picardi et al. 2020) permet d'identifier les emplacements de nids ou les tentatives de nidification à partir des données GPS sur la base de la revisite des sites potentiels de nid.

Cette fonction a également été développée sur `moveapp.org` permettant d'utiliser directement les données de localisations GPS stockées sur `movebank.org`.

Pour chaque animal, l'application va prendre en compte plusieurs paramètres définis au préalable. Chaque tentative de nidification de chaque animal est traitée comme une piste distincte.

Les paramètres de la fonction `find_nest()` sont :

- La date de début et la date de fin de la saison de reproduction.
- La durée d'un cycle de nidification.
- Une zone tampon autour du nid pour calculer la revisite de la localisation.
- Le nombre minimum de points dans le tampon.
- Le nombre minimum de jours consécutifs.
- Le nombre maximal autorisés de jours sans visite, correction pour ne pas interrompre le calcul de jours consécutifs (pour prendre en compte les visites manquées en raison de la rareté des données, par exemple si la charge de la batterie de la balise est faible).
- Le pourcentage minimum de jours passés à un endroit entre la première et dernière visite.
- Le pourcentage minimum de visites à un endroit le jour le plus visité, pour que cela soit considéré comme une tentative de reproduction.

Le résultat de l'application est un tableau « `nest_table.csv` » des propriétés du nid comprenant les informations relatives au paramétrage telles que le premier et le dernier jour où le nid a été visité, le nombre total de visites du nid, le pourcentage de jours visités, la localisation, la fréquentation, etc.

Pour réduire le volume de données afin qu'il soit traitable par `nestR`, on ajoute des filtres supplémentaires comme limiter les données à un point par heure, ou considérer uniquement les données nocturnes.

II. Résultats

Pour définir nos modèles sous 'nestR', différents paramétrages ont été testés.

Ne connaissant pas la phénologie de l'espèce, nous avons sélectionné une plage de date allant du 01 janvier 2024 au 31 décembre 2024 pour couvrir une année complète.

Des variables fixes ont été définies, comme une zone tampon de 5 m correspondant à la précision des mesures de localisations des balises, un nombre minimum de 50 points dans la zone tampon, un cycle de nidification de 18 jours (durée d'incubation minimale pour les espèces de bécassines européennes) et 10 jours minimum consécutifs de présence de l'oiseau sur le nid supposé (si alternance des deux partenaires d'un couple sur le nid).

Toutes les combinaisons possibles ont ensuite été testées en prenant soit 5 corrections (valeur par défaut) ou 10 corrections sur une journée sans visite, soit 50% ou 75% (valeur par défaut) minimum de jours passés à un endroit entre la première et dernière visite, soit 1% (valeur par défaut) ou 20% minimum à un endroit le jour avec le plus de visites.

En prenant la totalité des points de jour et de nuit, de toute l'année, l'ensemble est trop volumineux pour être traité. En filtrant soit avec uniquement les données nocturnes soit avec un point par heure, réduisant ainsi le volume des données, les modèles sont fonctionnels.

Le pourcentage de 75 % minimum de jours passés à un endroit entre la première et dernière visite semble trop élevé et ne donne aucun résultat.

Pour toutes les autres configurations de variables, deux individus ont été identifiés comme visitant un nid potentiel. Il s'agit de l'individu numéro 7 (bague : FA63513, balise : 234951) et l'individu numéro 10 (bague : FA63517, balise :234944). L'individu n°7 avait effectivement été observé sur un nid sur le terrain (Figure 27).

Pour l'individu n°7, l'ensemble des modèles convergent pour une date de début de fréquentation du nid entre le 19 et le 20 mai 2024 et une fin entre le 5 ou 6 juin 2024. Le nid de cet oiseau a effectivement été trouvé sur le terrain le 29 mai. La fréquentation est entre 63 et 66 % pour le jour avec le plus de visites.

Pour l'individu n°10, les dates sont plus variables avec un début estimé entre le 24 et le 30 avril et une fin entre le 11 et le 17 mai. La fréquentation du site de nid se situe entre 55 et 66 % le jour avec le plus de visites. Ces valeurs sont proches de celles obtenues pour l'individu n°7 et confirmerait donc la nidification du n°10.

Pour ces deux oiseaux suivis, le sexage moléculaire n'a pas fonctionné mais l'analyse discriminante morphométrique les désigne tous deux comme femelles.

III. Discussion

Les deux seuls oiseaux pour lesquels les données des balises GPS ont permis d'identifier un nid sont des femelles, illustrant sans doute le rôle d'incubation de ce sexe. Par ailleurs nous n'avons pas pu mettre en évidence une fréquentation de nid par un mâle, alors que de nombreux mâles ont été suivis par balise. Ces observations semblent montrer que l'incubation

chez la Bécassine géante est assurée seulement par la femelle, à l'instar des autres bécassines (van Gils et al. 2020).

La Bécassine géante pond en Guyane deux œufs, comme le montrent les quelques nids occupés signalés sur la plateforme participative Faune-Guyane (www.faune-guyane.fr). Ces deux œufs sont pondus à un jour d'intervalle et l'incubation débute dès la ponte du deuxième œuf. Chez les bécassines, les poussins sont nidifuges, c'est-à-dire qu'ils quittent le nid quelques heures après l'éclosion. La durée totale d'occupation d'un nid correspond donc à la durée d'incubation. Celle-ci, pour les deux nids identifiés par nos suivis, a été respectivement de 17 à 19 jours et de 12 à 24 jours. Il n'existe aucune référence dans la littérature concernant la durée d'incubation chez les espèces de bécassines sud-américaines (van Gils et al. 2020). Celle-ci est de 16 à 22 jours chez la Bécassine africaine (*Gallinago nigripennis*), de 18 à 20 jours chez la Bécassine de Wilson (*G. delicata*) nord-américaine, de 17 à 21 jours chez la Bécassine des marais (*G. gallinago*) européenne, de 22 à 24 jours chez la Bécassine double (*G. media*) eurasiatique (van Gils et al. 2020). Une durée d'incubation de 17 à 24 jours pour la Bécassine géante, telle qu'identifiée par nos données, paraît donc cohérente.



Figure 27 : Nid caché sous la végétation de l'individu n°7, découvert dans la savane du Tour de l'Île (commune de Matoury) grâce aux données GPS. © Méryl Gervot

G. Critère de détermination du sexe et de l'âge des individus.

I. Méthode de sexage

1) Biométrie

Tous les individus capturés ont été bagués avec un identifiant unique, mesurés, pesés, photographiés, des plumes sont prélevées puis ils sont relâchés.

Les mesures biométriques sont réalisées à l'aide d'un pied à coulisse pour la mesure du bec [BP] et la mesure du tarse [LT] ou d'un réglelet muni d'une butée pour l'aile pliée [LP] et sans butée pour les rectrices [LR]. La masse [MA] est prise avec un peson précis à 5 g. Le bec est mesuré de l'extrémité du bec à la base des plumes (précision d'1 mm). L'aile pliée est mesurée fermée, de la courbure carpale jusqu'à la pointe de la rémige primaire la plus longue en prenant soin de corriger la courbure et d'étirer l'aile. Cette méthode offre une précision d'1 mm. Les rectrices centrales sont mesurées depuis la racine sous la queue jusqu'à l'extrémité (précision d'1 mm) de la plume. Le tarse correspond à la mesure entre l'articulation tibio-tarsienne et l'articulation des doigts repliés ou placés à 90° (précision d'1 mm).



Figure 28 : Prise de mesure du tarse [LT] et du bec [BP] à l'aide d'un pied à coulisse © Méryl Gervot

2) Analyse moléculaire

Rédigé par M. Eric Le Saux, technicien spécialisé en analyses moléculaires au CESCO

- Capture et conservation des plumes

Le sexage moléculaire a été réalisé à partir de plumes prélevées sur toutes les bécassines capturées sur le terrain. Plusieurs petites plumes du corps (tectrices) ont été prélevées (souvent 5), placées à sec dans des sachets plastiques avec fermeture zippée. Elles ont été rapatriées ensuite en France au laboratoire du Centre d'Ecologie et de Sciences de la COnservation (CESCO) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) où elles ont été placées dans un réfrigérateur avant d'être traitées.

- Lyse

Pour chaque oiseau, des morceaux de 2 à 5 mm, voire davantage ont été prélevés sur le calamus (partie creuse de la tige de la plume, dépourvue de barbules et fixée à la peau et contenant de l'ADN) d'au moins 2 à 3 des plumes prélevées puis découpés en petits fragments à l'aide d'un scalpel. Souvent, 2 à 3 plumes ont été nécessaires avec un dépôt final qui restait malgré tout plutôt léger. Les échantillons ont été ensuite mis dans des tubes de 2 mL avec leur référence respective.

- Extraction d'ADN manuelle au mini-kit Qiagen

Elle s'est effectuée sur 2 jours : les manipulations se font à température ambiante (25°C)

▪1er jour : 180 µL de tampon de lyse ATL (Tissue Lysis Buffer_mini-kit) + 20 µL de protéinase K ont été déposés dans les tubes avec leurs coupes du calamus puis ces tubes sont mis en incubation sur thermomixer à 56°C jusqu'au lendemain

▪2ème jour :

- reprise des tubes et dépôt de 200 µL de tampon AL (Lysis Buffer_mini-kit) pour dénaturation des protéines et incubation 10 min à 70°C + dépôt ensuite de 200 µL d'éthanol (96-100%),

- reprise du contenu des tubes après centrifugation et dépôt sur mini-colonnes d'extraction placées sur leurs tubes (mini-kit), fermeture des colonnes et centrifugation à 8000 rpm pendant 1 min,

- élimination des tubes avec le filtrat et placement des colonnes sur une nouvelle collection de tubes (2 mL du mini-kit) et dépôt de 500 µL de tampon de lavage AW1 (Wash Buffer 1_mini-kit), fermeture des colonnes et centrifugation pendant 1 min à 8000 rpm,

- répétition de l'opération précédente, mais en y déposant cette fois le tampon de lavage AW2 (Wash Buffer 2_mini-kit), et en centrifugeant 3 min à 13200 rpm,

- élimination des tubes avec le filtrat, et placement des colonnes sur une nouvelle collection sèche de tubes de 1,5 mL (hors mini-kit), et dépôt de 50 µL de tampon d'élution AE (mini-kit), incubation pendant 1 min et centrifugation 1 min à 8000 rpm,

- répétition de l'opération précédente puis élimination des colonnes, fermeture des tubes puis congélation des extraits.

- PCR

Un prémix avec la formule suivante a été préparé pour chaque échantillon : 12 µL d'eau, 1 µL DMSO, 1 µL BSA, 0,5 µL de chaque amorce (P1 et P2), 2 µL tampon Taq MgCl₂, 0,8 µL mix dNTP 6,6 µM (mélange acides aminés), 2 µL de tampon 10X et enfin 0,2 µL de Taq polymérase.

- préparation de la plaque PCR et amplification :

16 µL de prémix + 4 µL d'extrait ADN ont été déposés dans chaque puits. Fermeture de la plaque et placement sur un thermocycleur pour amplification PCR selon le programme suivant : 10 minutes à 94°C, puis 37 cycles avec 30 secondes à 94°C, 30 secondes à 52°C, 30 secondes à 72°C puis enfin 1 minute à 52°C, 5 minutes à 72°C, et infini à 10°C.

- Coupures des fragments amplifiés par l'enzyme de restriction HaeIII

Prélèvement de 5 µL de chaque puits de la plaque PCR + ajout de 1,1 µL d'enzyme de restriction HaeIII déposés ensuite dans les puits d'une nouvelle plaque. Fermeture de la plaque et placement sur un thermocycleur 60 minutes à 37°C.

- Migrations des fragments d'ADN après coupures par électrophorèses sur gels d'agarose

Les migrations ont été effectuées sur un gel d'agarose à 2% à 135 V pendant 45 minutes. Pour cela 5 µL de produits PCR après coupures + 2 µL de bleu de bromophénol et de glycérol (BG) ont été déposés dans les puits des gels. Les migrations ont été observés ensuite en chambre U.V

- Sexage à partir de l'ADN

Les oiseaux ont pu être sexés grâce au gène CHD, qui possède deux copies distinctes, de masse différente, une sur le chromosome W (présent chez les femelles uniquement) et une sur le chromosome Z (présent chez les deux sexes). C'est pourquoi, après PCR_polymerase chain reaction, digestion par l'enzyme de restriction Hae III et migration sur gel, les femelles présentent deux bandes sombres sur le gel et les mâles une seule. Pour l'amplification par PCR, les amorces P2 (5'-TCTGCATCGCTAAATCCTT-3') et P8 (5'-CTCCAAGGATGAGRAAYTG-3') ont été utilisées pour initier la réplication du gène cible.

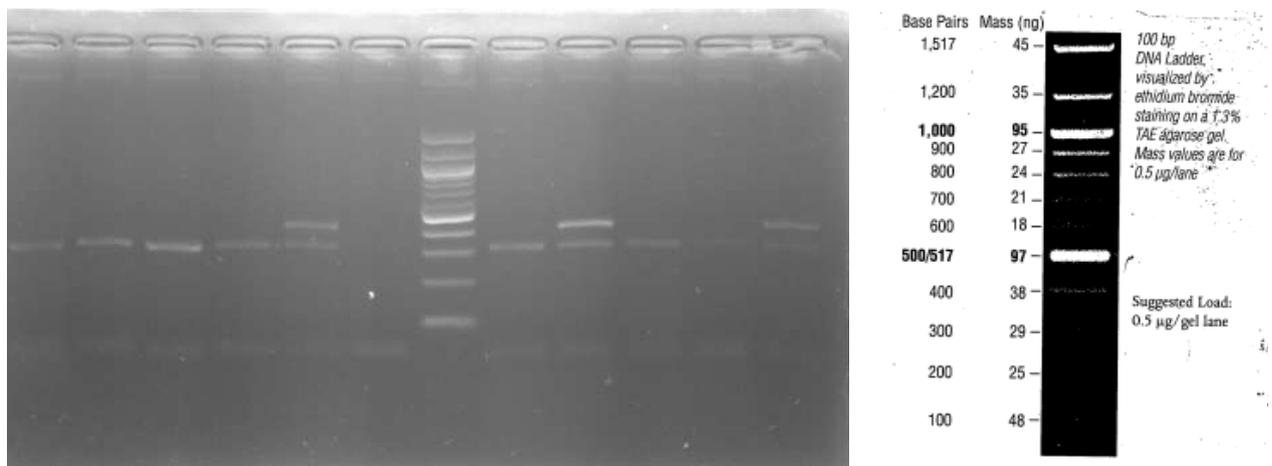


Figure 29 : Illustration d'une migration sur gel et échelle du marqueur de taille utilisé.

3) Analyse statistique

Une analyse a été réalisée pour déterminer si les variables biométriques LP, LT, MA et BP pouvaient prédire le sexe des individus capturés.

Après avoir normalisé les variables biométriques, leurs corrélations ont été vérifiées, la variance inflation factor (VIF) a été calculé puis les biométries entre sexes ont été comparées après avoir fait un test de Shapiro-Wilk et un test de Wilcoxon (adapté au petit échantillon).

La méthode LOOCV (Leave-One-Out Cross-Validation) est une technique de validation croisée utilisée pour évaluer la performance d'un modèle statistique, en particulier lorsque l'on a un petit jeu de données ou un jeu de données très déséquilibrés. Il utilise une validation croisée pour chaque itération.

Chaque ligne est utilisée comme jeu de test, et toutes les autres observations sont utilisées pour entraîner le modèle. En associant cette méthode au LDA (Linear Discriminant analysis) qui est une méthode statistique supervisée, on peut trouver une combinaison linéaire des variables qui sépare au mieux les classes mâles et femelles.

La meilleure combinaison de variable est ensuite réentraînée sur le jeu de données complet pour en mesurer la précision. Les résultats des prédictions sont comparés au résultat du sexage moléculaire sous forme de matrice de confusion pour définir la précision globale, le taux d'erreur, la sensibilité à prédire les femelles et la spécificité à prédire les mâles compte tenu du sexe ratio déséquilibré ainsi que le score F1 du modèle.

La meilleure combinaison de variable est ensuite utilisée pour prédire le sexe de 3 individus de sexe inconnu pour lesquels le sexage moléculaire n'a pas fonctionné.

II. Résultats du sexage

1) Biométrie

Tableau 5 : Statistiques descriptives des variables morphologiques mesurées chez la Bécassine géante en fonction du sexe mâle ou femelle.

Variable	N		Mean		Min		Max		SD		Skewness	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
LP	35	8	163,89	170,69	156,00	162,00	171,50	180,00	3,60	6,30	0,01	0,33
LT	35	8	49,10	51,34	45,70	47,00	53,00	54,20	1,63	2,29	0,27	-0,73
MA	35	8	263,23	286,88	225,00	240,00	310,00	315,00	17,75	24,49	0,56	-0,75
BP	35	8	92,88	95,15	83,30	87,80	104,90	102,70	4,55	5,88	0,07	0,04

Pour chaque variable, sont indiqués : le nombre d'observations (N), la moyenne, les valeurs minimale et maximale, l'écart-type, l'asymétrie (skewness). Les variables incluent : l'aile pliée (LP), la longueur du tarse (LT), la masse (MA), et la longueur du bec jusqu'à la base des plumes (BP).

Les femelles de Bécassine géante présentent en moyenne des dimensions morphologiques supérieures à celles des mâles pour l'ensemble des variables mesurées, en particulier pour la masse corporelle et la longueur d'aile.

La longueur d'aile est supérieure chez les femelles : 170,69 mm contre 163,89 mm chez les mâles. La variabilité est plus importante chez les femelles (SD = 6,30 mm) que chez les mâles (SD = 3,60 mm). L'asymétrie est faible dans les deux groupes.

Les femelles sont également plus lourdes que les mâles, avec une masse moyenne de 287 g contre 263 g. L'écart-type est également plus élevé chez les femelles (24 g contre 18 g), indiquant une plus grande dispersion des valeurs, peut-être due au statut de reproduction plus variable des femelles (plus lourde en période de production d'oeuf ?).

Pour la longueur du tarse, une différence de -2,24 mm est observée, avec une moyenne plus élevée chez les femelles (51,34 mm) par rapport aux mâles (49,10 mm). La distribution est légèrement asymétrique chez les mâles (skewness = 0,27) et négativement asymétrique chez les femelles (skewness = -0,73).

Les femelles présentent à nouveau des valeurs moyennes plus élevées (95,15 mm contre 92,88 mm) pour la mesure du bec, avec une différence de -2,27 mm. Les distributions sont globalement symétriques dans les deux groupes (skewness \approx 0).

Pour résumer, les femelles sont en moyenne plus grandes que les mâles et plus lourdes, mais avec un fort chevauchement.

2) Analyse moléculaire

Le sexage moléculaire a permis de déterminer 8 femelles et 35 mâles sur 46 individus. Il y a 3 individus qui n'ont pas pu être sexés, car il y avait trop peu d'ADN extrait des plumes récoltées.

3) Analyse statistique

La matrice de corrélation entre les variables montre des corrélations modérées avec pour les plus fortes valeurs : LT et MA (0.59), et LP et MA (0.54).

Tableau 6 : Matrice de corrélation entre les variables morphologiques

	LP	LT	MA	BP
LP	1.00	0.53	0.54	0.35
LT	0.53	1.00	0.59	0.26
MA	0.54	0.59	1.00	0.25
BP	0.35	0.26	0.25	1.00

Le Variance Inflation Factor (VIF) a été calculé pour chaque variable, et les résultats montrent des valeurs faibles, indiquant une faible colinéarité entre les variables (toutes inférieures à 2.0, ce qui est acceptable).

Tableau 7 : Résultat du Variance Inflation Factor (VIF)

Variable	VIF
LP	1.67
LT	1.72
MA	1.74
BP	1.15

Pour chaque variable, la normalité a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk et le test de Wilcoxon (vs. t-test) a été utilisé pour comparer les biométries entre sexes en fonction de la distribution des variables.

Tableau 8 : Résultat du test de Wilcoxon ($p < 0.05$)

Variable	p_value
LP	0.003896429
LT	0.011338185
MA	0.009167751
BP	0.361185462

Pour LP, LT et MA, il y a des différences significatives entre les sexes ($p < 0.05$).

Pour BP, la différence entre les sexes n'est pas significative ($p = 0.3612$), ce qui suggère que la variable BP est similaire entre les mâles et les femelles.

Toutes les combinaisons possibles de variables biométriques ont été testées à l'aide de la validation croisée LOOCV. Les meilleurs modèles LDA obtenus sont : LP + LT, LP + MA, LP + LT + BP, et LP + MA + BP, chacun atteignant une précision de 85,7 %.

Le premier modèle (LP + LT) a ensuite été réentraîné sur l'ensemble des données pour classifier les individus en mâles ou femelles. Les prédictions ont été comparées aux résultats du sexage moléculaire à l'aide d'une matrice de confusion.

Le modèle atteint une précision globale de 90,5 %, avec 50 % des femelles correctement identifiées (4 sur 8) et 100 % des mâles bien détectés (34 sur 34).

La Balanced accuracy, qui correspond à la moyenne entre la sensibilité (capacité à détecter les femelles = 0.5) et la spécificité (capacité à détecter les mâles = 1), est de 0.75. Cela indique une performance modérée et un déséquilibre dans la classification des deux sexes.

Le score F1, qui est la moyenne harmonique entre la précision globale (0.91) et la sensibilité (0.5), est de 0.67. Cette métrique est particulièrement pertinente dans un contexte de déséquilibre de classes, comme c'est le cas ici, puisqu'elle prend en compte à la fois les faux positifs et les faux négatifs.

Les coefficients de la fonction discriminante linéaire (LD1) sont -0.889 pour LP et -0.475 pour LT.

Cela signifie que LP est la variable la plus discriminante dans la séparation des sexes. La fonction discriminante s'écrit :

$$LD1 = -0,889 \times LP + (-0,475) \times LT$$

Ensemble, ces deux variables permettent une bonne séparation entre les sexes, bien que le modèle n'identifie pas correctement toutes les femelles.

Enfin, le modèle a été utilisé pour prédire le sexe des trois individus de sexe inconnu. Ils ressortent tous comme femelles avec une confiance de 100 %.

III. Discussion

Ces résultats sont cohérents avec les observations de terrain. Notamment, l'un de ces individus a été observé en comportement de couvain et deux d'entre eux (dont celui cité précédemment) sont identifiés comme nicheurs-couveurs par un modèle de détection de nids (cf. résultats NestR), un comportement associé aux femelles chez le genre *Gallinago* (voir chapitre F.).

IV. Age des individus sur critères photographiques

Lors des captures, les Bécassines géantes ont été photographiées pour pouvoir étudier a posteriori le détail de leurs plumages. Ont été photographiés systématiquement : la tête, le dos, le ventre, la queue, les ailes ouvertes par-dessus et par dessous, les pattes et l'oiseau en entier. L'objectif est de comparer ces différents éléments d'un individu à l'autre pour trouver d'éventuelles différences et émettre des hypothèses sur l'âge sur les individus.

Le traitement des photographies a permis d'observer de nombreuses différences individuelles, par exemple les motifs des rémiges et des couvertures primaires (Figure 30), les motifs des rectrices ou encore la couleur des pattes.



Figure 30 : Variations individuelles du dessin des rémiges et couvertures primaires. © Méryl Gervot

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Des critères de vieillissement du plumage pourraient suggérer des différences d'âge. En effet, si l'espèce est similaire à ses homologues européennes, elle peut se reproduire à partir de sa 2e année et ainsi faire une mue des plumes de vol (mue complète) en période post-nuptiale.

Ce critère permettrait d'indiquer que les individus présentant une mue active ou suspendue des rémiges sont des adultes.

A contrario, les individus avec un plumage neuf ou uniformément usé, mais avec des plumes de mêmes générations sont difficiles à âger car ils peuvent être soit des adultes avant ou après une mue complète post-nuptiale soit des oiseaux de 1ère année avec un plumage juvénile neuf ou avant leur première reproduction (2A).

On peut cependant déterminer l'âge des oiseaux juvéniles. Ils n'ont pas de bande dorsale latérale, leurs pattes sont bleues, leur plumage est globalement gris foncé avec des taches et liserés blancs, ils n'ont pas de coloration rousse ou chamois/marron (Figure 31).



Figure 31 : Individus avec un plumage juvénile à gauche et après la mue post-juvénile à droite © Méryl Gervot

H. Déplacements et domaines vitaux

I. Objectif

Pour comprendre l'écologie de la Bécassine géante, nous avons besoin de connaître son domaine vital, les habitats qu'elle utilise et si elle a une stratégie de dispersion entre les périodes nuptiale et inter-nuptiale. Ces différents objectifs d'analyse spatiale sont traités à partir des données de télémétrie. Les données proviennent de balises GPS déployées sur des Bécassines géantes capturées. Ces données seront mises en parallèle de l'étude de la phénologie pour définir la période nuptiale et la période inter-nuptiale.

II. Méthodes

1) Captures des oiseaux

Après divers repérages de terrain les jours précédents pour évaluer la hauteur de végétation, l'accès au site et la présence ou non de l'espèce quand cela est possible, la capture est réalisée de nuit avec l'aide d'une repasse qui diffuse le chant et appelle l'oiseau. Il est ensuite localisé avec des jumelles thermiques, ébloui avec une lampe qui va l'immobiliser sur place et permettre de l'approcher suffisamment pour le capturer avec une grande épuisette.

L'oiseau est ensuite placé dans un sac de contention pour le calmer et éviter qu'il se blesse le temps de préparer le matériel de mesure et la balise GPS.

Lors de ces captures, les oiseaux sont bagués avec une bague métallique à identifiant unique fournie par le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO), des photos sont prises pour déterminer des critères de sexe et d'âge, et des prises de mesures biométriques sont réalisées sur chaque individu. Toutes les données liées au marquage des oiseaux sont transmises au CRBPO.

2) Balises GPS

Les balises GPS sont conçues pour minimiser l'impact sur l'activité des oiseaux. Dans la recherche, on estime que le matériel ne doit pas dépasser 3 à 5% de la masse corporelle de l'oiseau (Casper, 2009, Fair *et al.* 2023). Nous avons déployé 10 balises GPS OT10 et 10 balises GPS OTE10.

Les balises GPS OrniTrack-10, de la marque ©Ornitela, ont été sélectionnées pour cette étude. Elles pèsent entre 10 et 12 grammes et peuvent être posées sur des oiseaux de plus de 240 grammes pour ne pas dépasser 5% de la masse de l'oiseau. La Bécassine géante vit principalement au sol dans des habitats avec des herbes pouvant être assez denses. Un

modèle de balise sans antenne semble plus approprié. Les données sont transmises via le réseau GSM 3G Digicel qui couvre l'ensemble du littoral guyanais.

Les balises peuvent stocker 2 ans de données en mémoire, ainsi, si l'oiseau sort du champ de transmission, les données peuvent être récupérées ultérieurement. Les données recueillies par les balises sont : la date et l'heure (UTC), les positions GPS, l'altitude, la vitesse et la direction de déplacement (données d'accéléromètre), les informations de précision, la force du champ magnétique, la température et les informations sur l'état de la batterie.

Les balises sont fixées sur le dos de l'oiseau avec du fil élastique en silicone, de manière à limiter l'entrave des mouvements de l'oiseau. La matière n'étant pas durable dans le temps, en particulier sous les fortes chaleurs de Guyane, la balise GPS devrait tomber au bout de 2 ans maximum. Il existe 2 modèles de balises OrniTrack-10.



Figure 32 : OT-E10 avec un panneau solaire rehaussé © Méryl Gervot

Les OT-E10 sont munies d'un panneau solaire rehaussé permettant de dépasser du plumage et ainsi assurer la transmission des données recueillies par l'appareil. Ce modèle peut ainsi être installé en bas du dos de l'oiseau grâce à la méthode en « leg-loop » (harnais) (Thaxter, 2014).

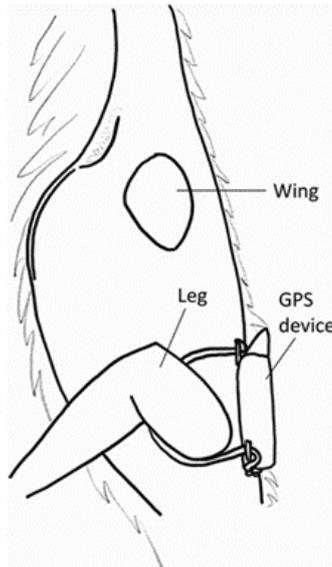


Figure 33 : GPS posé en « leg-loop », schéma extrait de Thaxter et al. (2014), photo © Méryl Gervot



Figure 34 : OT-10 classiques © Méryl Gervot

Sur les OT-10 classiques, le panneau solaire est directement intégré au boîtier, il doit donc être posé en haut du dos de l'oiseau avec la méthode « wing-loop » (sac à dos), pour éviter d'être recouvert par les plumes et ainsi être davantage exposé au soleil (Thaxter, 2014).

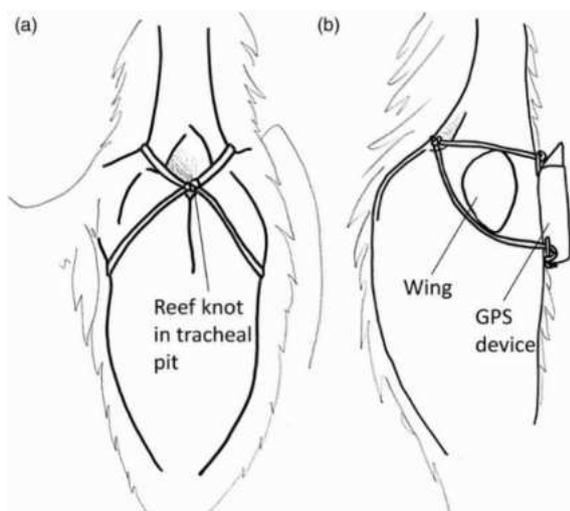


Figure 35 : GPS posé en « wing-loop », schéma extrait de Thaxter et al. (2014), photo © Méryl Gervot

Les données GPS collectées sont déposées et accessibles sur [MoveBank.org](https://www.movebank.org). Une extraction des données a été réalisée le 09/04/2025 et constitue notre base de données pour la suite des analyses.

3) Domaine vital

L'analyse des domaines vitaux est une technique pour comprendre comment une espèce utilise son habitat et quels sont les besoins spatiaux et écologiques d'un individu. Pour cela, nous avons utilisé des méthodes statistiques pour calculer le Kernel Density Estimation (KDE), qui permet d'estimer la densité de présence d'un animal dans une zone donnée. Ces patches comprennent soit 50 % des données d'observations, soit 95 % et permettent de définir la probabilité qu'un animal soit dans une zone particulière. La largeur de noyau et le degré de lissage sont calculés automatiquement avec la référence bandwidth « href ».

Ces analyses se font avec le package `adehabitatHR` (Clément Calenge, 2024) sous R (R Core Team, 2024). La visualisation des résultats, la cartographie des domaines vitaux se font sous le logiciel QGIS 3.34 (QGIS, 2024).

4) Sélection de l'habitat

La sélection d'habitats est évaluée en comparant les habitats choisis par l'individu par rapport aux habitats disponibles au sein de son domaine vital. Les informations sur l'habitat proviennent de l'état de l'occupation du sol sur la bande littorale guyanaise réalisé en 2015 par l'Office National des Forêts.

5) Stratégie de dispersion

La stratégie de dispersion se réfère au mouvement d'un individu quittant son lieu de naissance (dispersion post-juvénile) ou son territoire de nidification (dispersion post-nuptiale) pour établir sa résidence ou son activité ailleurs. On suppose que le site de capture correspond au territoire de parade et de reproduction et que toute dispersion depuis ce site est de la dispersion post-nuptiale. Nous regardons les dates, périodes de transits, les changements d'habitats, la durée des déplacements, les comportements au travers de l'interprétation cartographique.

III. Résultats

1) Bilan de la pose de balises GPS

Les sessions de captures nocturnes ont débuté début décembre après la détection d'activités de Bécassines géantes sur les enregistreurs SM4. Lors de ces sessions, 48 oiseaux ont été capturés et nos techniques de captures ont pu être adaptées et améliorées.

Sur ces 48 oiseaux capturés, 46 ont été bagués et les 2 autres sont des oiseaux recapturés déjà porteurs d'une bague. Le fichier des données de baguage et de biométrie a été transmis au CRBPO conformément aux consignes de permission de capture à des fins scientifiques.

Les 10 balises GPS OTE10 et les 10 balises GPS OT10 ont pu être déployées sur ces oiseaux en fonction de leurs poids lors de la capture. Sur ces 20 oiseaux balisés, 2 ont perdu leur balise à cause d'un système d'attache défaillant et 2 autres ont été prédatés. Ces 4 balises ont été retrouvées sur le terrain et redéployés sur d'autres oiseaux. Ce sont donc 24 individus différents qui sont ou ont été porteurs d'une balise. Un de nos individus, le n°6, ne s'est jamais connecté au réseau Digicel et n'a donc jamais transmis de données. Il ne figure pas dans les analyses qui suivent.

Pour tous les autres individus, le nombre de données de localisation collectées figure dans le tableau suivant (Tableau 8Tableau 9). Le numéro de l'individu y est associé à son numéro de bague unique.

Les points GPS sont visualisables et disponibles sur le site internet www.movebank.org. Au total, nous avons collecté plus de 165 000 localisations de bécassines dans leurs habitats.

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Tableau 9: Nombre de données de localisations, date et heure de début et de fin d'enregistrements, et nombre de jours de suivis par individus

Individu	Nombre de localisations	Début	Fin	Nombre de jours
N° 1 [FRP_FA63505]	6591	21/12/2023 03:37	13/08/2024 04:12	237
N° 2 [FRP_FA63508]	6190	27/12/2023 23:56	20/03/2024 19:30	84
N° 3 [FRP_FA63506]	3154	30/12/2023 00:07	11/04/2024 03:08	104
N° 4 [FRP_FA63507]	13762	29/12/2023 23:35	21/07/2024 18:55	205
N° 5 [FRP_FA63510]	19227	31/12/2023 17:13	13/10/2024 01:02	287
N° 7 [FRP_FA63513]	6325	05/01/2024 01:18	26/06/2024 22:23	174
N° 8 [FRP_FA63514]	11419	11/01/2024 00:00	06/04/2025 12:17	452
N° 9 [FRP_FA63516]	19270	13/01/2024 00:32	07/04/2025 13:48	451
N° 10 [FRP_FA63517]	11011	13/01/2024 01:38	04/06/2024 10:10	144
N° 11 [FRP_FA63519]	15950	09/03/2024 00:27	13/10/2024 18:42	219
N° 12 [FRP_FA63520]	5908	14/03/2024 00:35	03/08/2024 07:26	143
N° 13 [FRP_FA63521]	3014	14/03/2024 01:46	17/04/2024 23:04	35
N° 14 [FRP_FA63522]	3115	16/03/2024 00:09	24/04/2024 09:55	40
N° 15 [FRP_FA63523]	10704	16/03/2024 00:55	16/07/2024 11:59	123
N° 16 [FRP_FA63524]	3194	23/03/2024 01:56	16/07/2024 11:56	116
N° 17 [FRP_FA63525]	418	24/03/2024 00:27	05/04/2024 14:30	13
N° 18 [FRP_FA63526]	2509	24/03/2024 01:22	13/08/2024 20:11	143
N° 19 [FRP_FA63527]	1626	24/03/2024 02:59	26/04/2024 11:31	34
N° 20 [FRP_FA63528]	575	30/04/2024 01:06	10/05/2024 11:07	11
N° 21 [FRP_FA63529]	850	02/05/2024 01:00	17/05/2024 06:51	16
N° 22 [FRP_FA63535]	4540	19/06/2024 03:04	14/03/2025 22:16	269
N° 23 [FRP_FA63545]	8064	16/07/2024 01:02	09/04/2025 00:37	267
N° 24 [FRP_FA63546]	8010	02/08/2024 01:04	07/04/2025 00:43	248

2) Domaine vital

La méthode du Kernel Density Estimate (KDE) a permis de mettre en évidence les zones principalement fréquentées, où sont concentrées 50 % des localisations pour chaque individu. Ce sont les zones correspondant aux zones de repos, d'alimentation ou de reproduction. Pour chaque individu, on a également déterminé le domaine vital, englobant 95 % des localisations soit la surface totale potentiellement utilisée par un individu.

En moyenne, les domaines vitaux des individus s'étendent sur 101,55 ha (KDE 95 %) avec un noyau d'activité moyen de 19,09 ha (KDE 50 %).

Toutefois, une grande variabilité interindividuelle est observée, pour les domaines vitaux (95%) avec un écart-type de 143,62 ha [min = 4.70 ; max = 592.32]. En revanche, pour le noyau d'activité (50%), l'écart type est plus restreint autour de la moyenne avec 30,36 ha [min = 0,37 ; max = 142,58].

Les cartographies des résultats individuels (Tableau 10) sont présentées en annexes (A. 4).

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Tableau 10 : Résultats des surfaces des domaines vitaux (95%) et des zones d'activités principales (50%) pour chaque individu en hectares.

Individu	Sexe	Surface_95_ha	Surface_50_ha
N° 1 [FRP_FA63505]	F	592,32	142,58
N° 2 [FRP_FA63508]	F	13,17	3,04
N° 3 [FRP_FA63506]	M	49,09	10,77
N° 4 [FRP_FA63507]	M	29,74	4,63
N° 5 [FRP_FA63510]	M	53,52	9,10
N° 7 [FRP_FA63513]	F?	26,98	5,46
N° 8 [FRP_FA63514]	M	361,09	48,29
N° 9 [FRP_FA63516]	M	121,83	24,15
N° 10 [FRP_FA63517]	F?	29,78	4,37
N° 11 [FRP_FA63519]	M	29,28	6,45
N° 12 [FRP_FA63520]	M	215,88	42,59
N° 13 [FRP_FA63521]	M	17,84	3,40
N° 14 [FRP_FA63522]	M	21,32	4,61
N° 15 [FRP_FA63523]	M	36,68	6,51
N° 16 [FRP_FA63524]	M	60,82	11,80
N° 17 [FRP_FA63525]	F	4,70	0,37
N° 18 [FRP_FA63526]	M	18,59	3,57
N° 19 [FRP_FA63527]	M	72,38	17,94
N° 20 [FRP_FA63528]	M	24,35	5,13
N° 21 [FRP_FA63529]	M	27,81	6,51
N° 22 [FRP_FA63535]	M	27,15	5,56
N° 23 [FRP_FA63545]	M	262,99	33,27
N° 24 [FRP_FA63546]	M	238,36	39,05

3) Sélection de l'habitat

- HR 50

Les graphiques ci-dessous illustrent les types d'habitats les plus représentés dans les zones d'activités principales à 50 % de localisations (HR 50) et les domaines vitaux à 95 % de localisations (HR 95), en termes de surface totale (en hectares). Ces domaines vitaux ont été calculés à partir des déplacements des individus suivis, en utilisant la méthode de l'estimation à noyau (KDE).

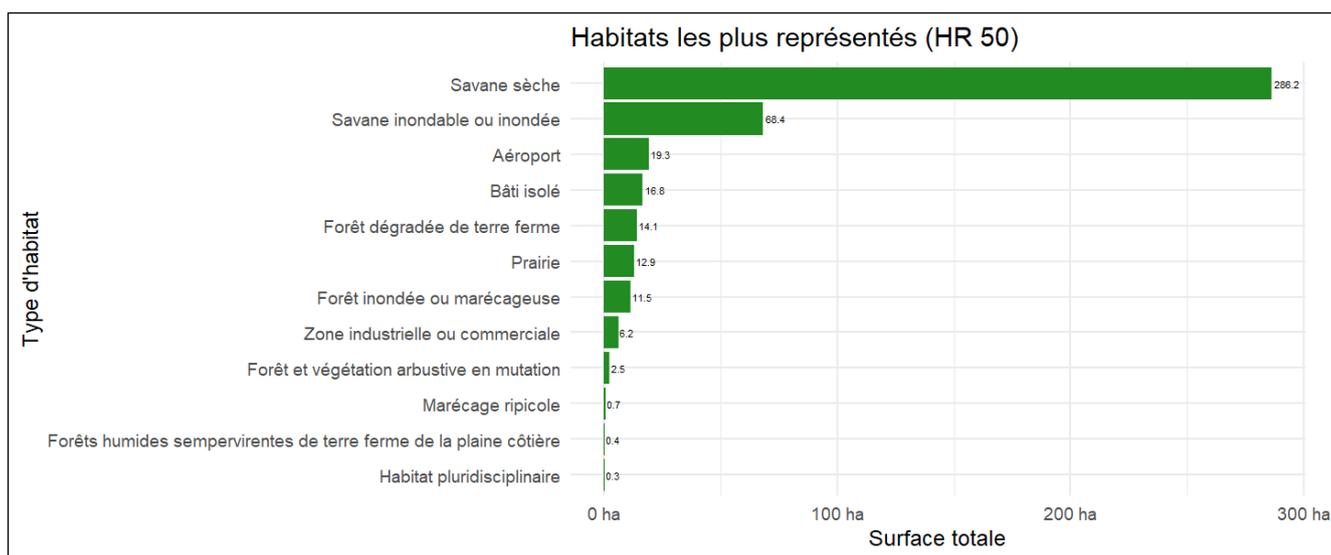


Figure 36 : Habitats les plus représentés dans les zones d'activités principales avec 50% des localisations individuelles.

La zone d'activité principale (HR 50), est dominé par la savane sèche, avec une surface totale de 209,2 ha. Elle est suivie par la savane inondable ou inondée (68,4 ha) et l'aéroport (19,3 ha). Bien que ce dernier puisse représenter une zone d'interface artificielle exploitée, il est surtout constitué de savane sèche fermé par un grillage limitant ainsi le dérangement et préservant la quiétude du lieu.

Les autres habitats significativement représentés incluent le bâti isolé (16,9 ha), il s'agit principalement d'espace ouvert de savane présent à proximité de bâtiment comme les savanes proches des infrastructures du Centre Spatial Guyanais ou les savanes autour du parc zoologique de Guyane. La couche habitat de référence n'est pas suffisamment précise pour exclure ces milieux des zones de bâti isolé. On peut néanmoins supposer que la proximité d'infrastructures humaines ne limite pas la présence de l'espèce.

Les forêts dégradées de terre ferme (14,1 ha) sont très présentes sur le littoral guyanais et sont incluses dans les domaines vitaux mais pas forcément utilisées. La prairie (12,9 ha) est au contraire largement utilisée par l'espèce.

Certains habitats naturels humides comme les forêts inondées ou marécageuses apparaissent de manière marginale.

Ces résultats suggèrent une préférence nette pour les milieux ouverts, secs ou semi-humides, avec une certaine tolérance aux milieux anthropisés à faible densité.

- HR 95

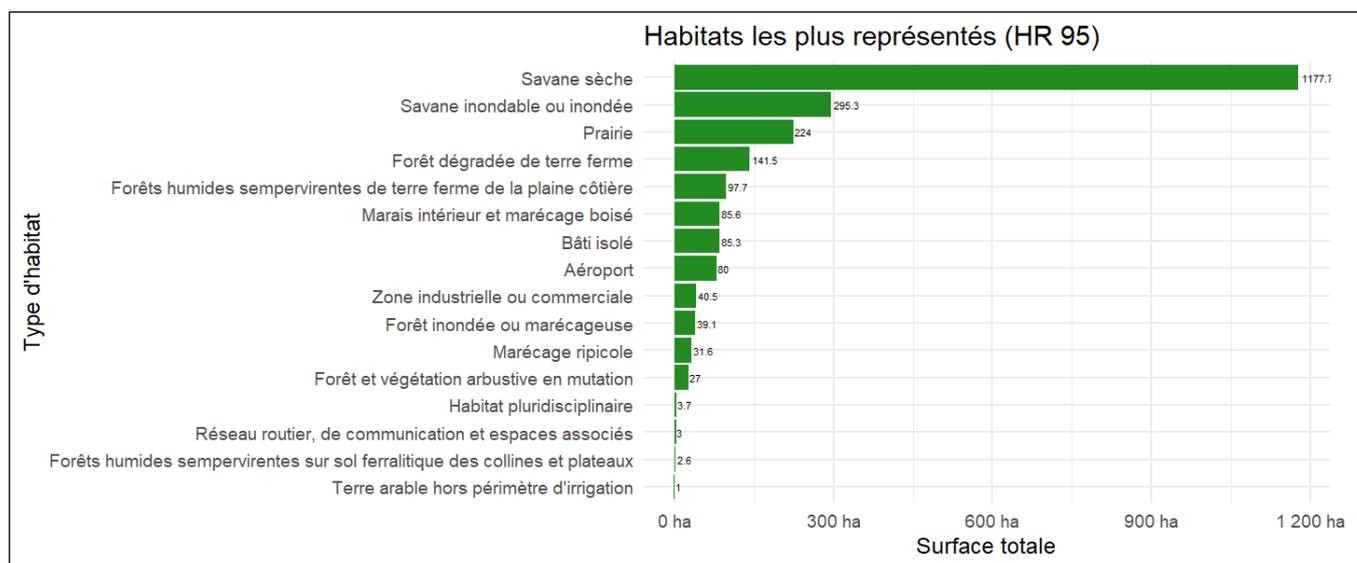


Figure 37 : Habitats les plus représentés dans les zones d'activités principales avec 95% des localisations individuelles.

Le domaine vital étendu (HR 95), qui comprend les zones explorées plus occasionnellement, montre une composition plus diversifiée. La savane sèche reste prédominante (1177 ha), suivie de la savane inondable ou inondée (265,3 ha) et des prairies (224 ha).

Les forêts dégradées de terre ferme (141,5 ha) et les forêts humides sempervirentes de la plaine côtière (97,7 ha) sont également bien représentées, conséquences de leur proximité aux milieux ouverts. Ils peuvent cependant être suffisamment clairsemés pour fournir une zone ressource pour l'espèce.

On observe aussi la présence de milieux humides (marais intérieurs, forêts inondées) et de zones anthropisées (bâti isolé, aéroport, zones industrielles).

Ces résultats révèlent une forte dépendance aux milieux ouverts secs et inondables, tout en mettant en évidence la diversité des habitats utilisés en périphérie du domaine vital central, possiblement liée à des déplacements exploratoires ou à une recherche ponctuelle de ressources spécifiques.

- Sélection d'habitat interprété avec l'indice de Manly (W_i)

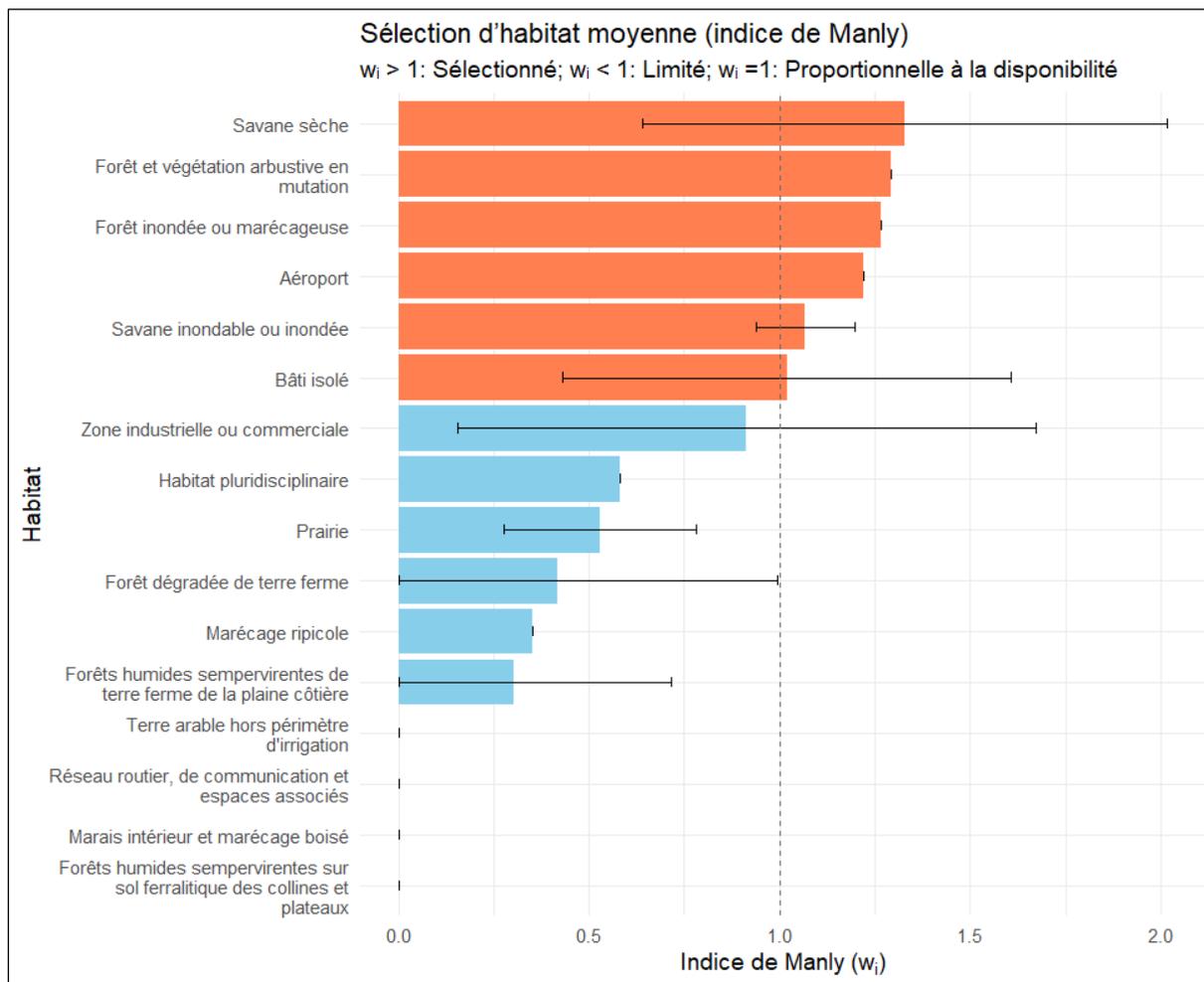


Figure 38 : Sélection d'habitat interprétés avec l'indice de Manly (W_i)

Le graphique ci-dessus présente l'indice de Manly moyen (W_i) pour les différents types d'habitats, avec les barres d'erreur représentant l'écart-type. Cet indice permet d'évaluer la sélection ou l'utilisation limitée des habitats par rapport à leur disponibilité dans l'environnement.

Les habitats les plus fortement sélectionnés ($W_i > 1$) sont :

- Savane sèche, avec une sélection marquée, confirmant son importance dans l'utilisation de l'espace.
- Forêt et végétation arbustive en mutation ainsi que la forêt inondée ou marécageuse, qui présentent également une sélection significative.
- Aéroport, bien qu'anthropisé, est également sélectionné, en raison de ses zones ouvertes, l'absence de végétation haute, et la faible présence de prédateurs (exclus).

- La savane inondable ou inondée est aussi sélectionnée, mais avec une variabilité plus importante.
- Le bâti isolé présente également une valeur suggérant une certaine tolérance, voire une attractivité de ces milieux artificialisés.

Les habitats avec une utilisation limitée ($W_i < 1$) sont :

- Zone industrielle ou commerciale, prairie, habitat pluridisciplinaire et forêts dégradées de terre ferme présentent un usage moindre que leur disponibilité.
- Certains habitats plus spécialisés, comme le marécage ripicole, les forêts humides sempervirentes ou les marais intérieurs boisés, montrent des indices très faibles, suggérant une faible utilisation.
- Les espaces agricoles (terres arables hors irrigation) et les réseaux routiers sont également peu utilisés.

Ces résultats révèlent une préférence marquée pour les milieux ouverts ou en transition, souvent associés à une végétation clairsemée (savane, friches, zones dégradées). Le recours à des zones modérément anthropisées (bâti isolés, aéroport) pourrait être le résultat de la faible disponibilité en habitat naturel obligeant l'espèce à se rapprocher du bâti ou bien celui-ci procure un effet positif d'évitement par les prédateurs de l'espèce.

En revanche, les habitats fermés, typiques des milieux forestiers ou marécageux, sont globalement évités, ce qui peut refléter des contraintes écologiques ou une inadéquation de ces milieux aux besoins des individus (déplacement, alimentation, visibilité, etc.).

4) Stratégie de dispersion

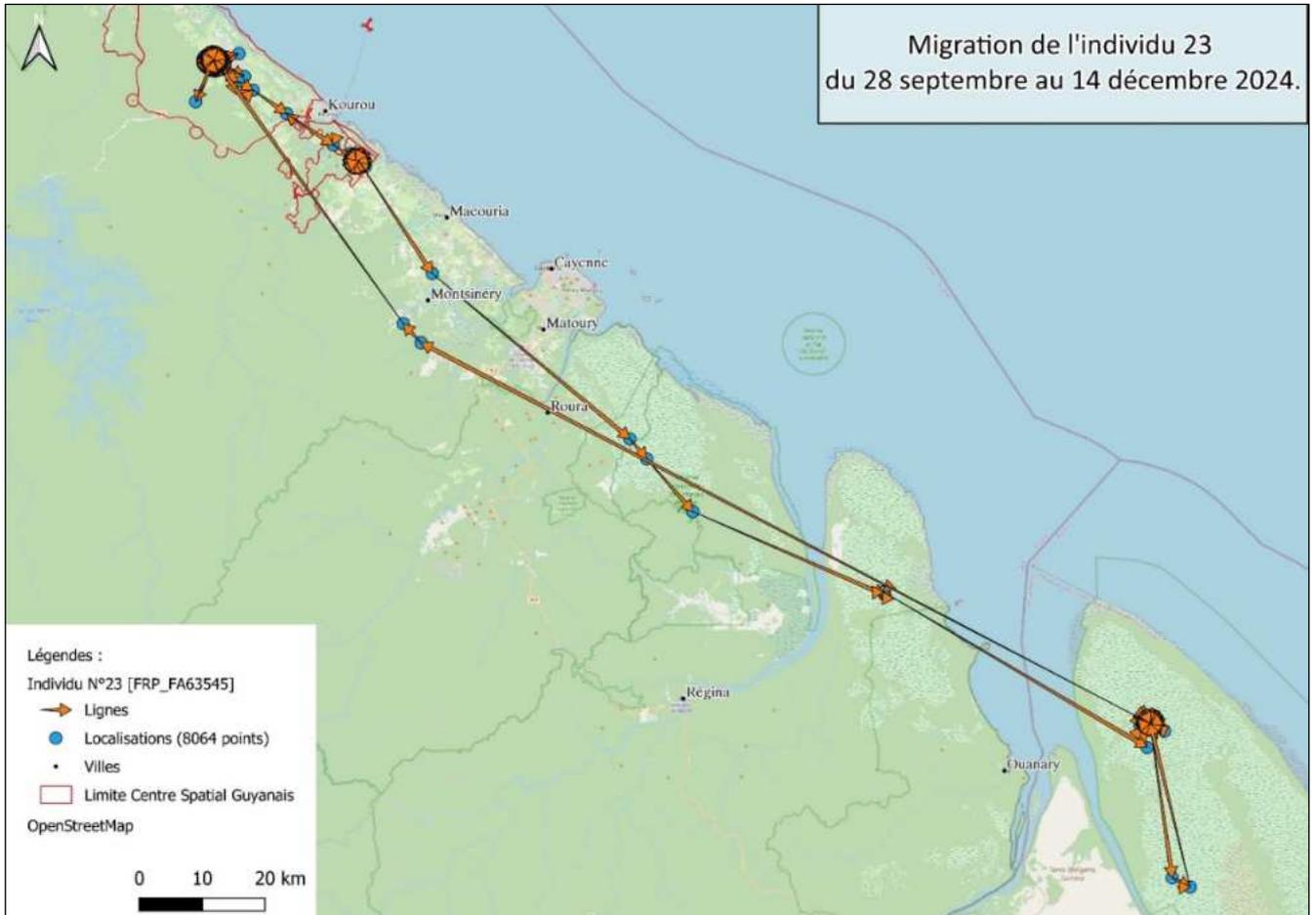
Une seule Bécassine géante a effectué un déplacement de longue distance pouvant suggérer une migration. Il s'agit de l'individu 23 (Carte 5).

La bécassine 23 est restée à proximité de sa zone de capture de juillet à septembre avant de se cantonner à 800 m de là dans une cuvette humide d'environ 0.8 ha. Elle y est restée du 16 au 28 septembre 2024. Le 28 septembre elle est partie à 28,7 km vers le sud-est dans un marais intérieur ou pripris entre la piste Guatemala et la N1. Elle y restera jusqu'au 16 octobre. Du 16 au 18 octobre, elle parcourt 162 km jusqu'au marais de Cabo Orange National Park en Amapá au Brésil. Ce trajet est interrompu par quelques courtes étapes, à son passage le 17 octobre dans les marais de Kaw.

Elle fera le trajet de retour quelques mois après du 11 au 13 décembre. Elle parcourt 214 km en 3 jours pour revenir dans sa zone principale sur le centre spatial de Kourou. Elle fera une petite pause le 12 décembre entre 18h et 21h le long de la route du Galion dans une zone de végétation arbustive dégradée.

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

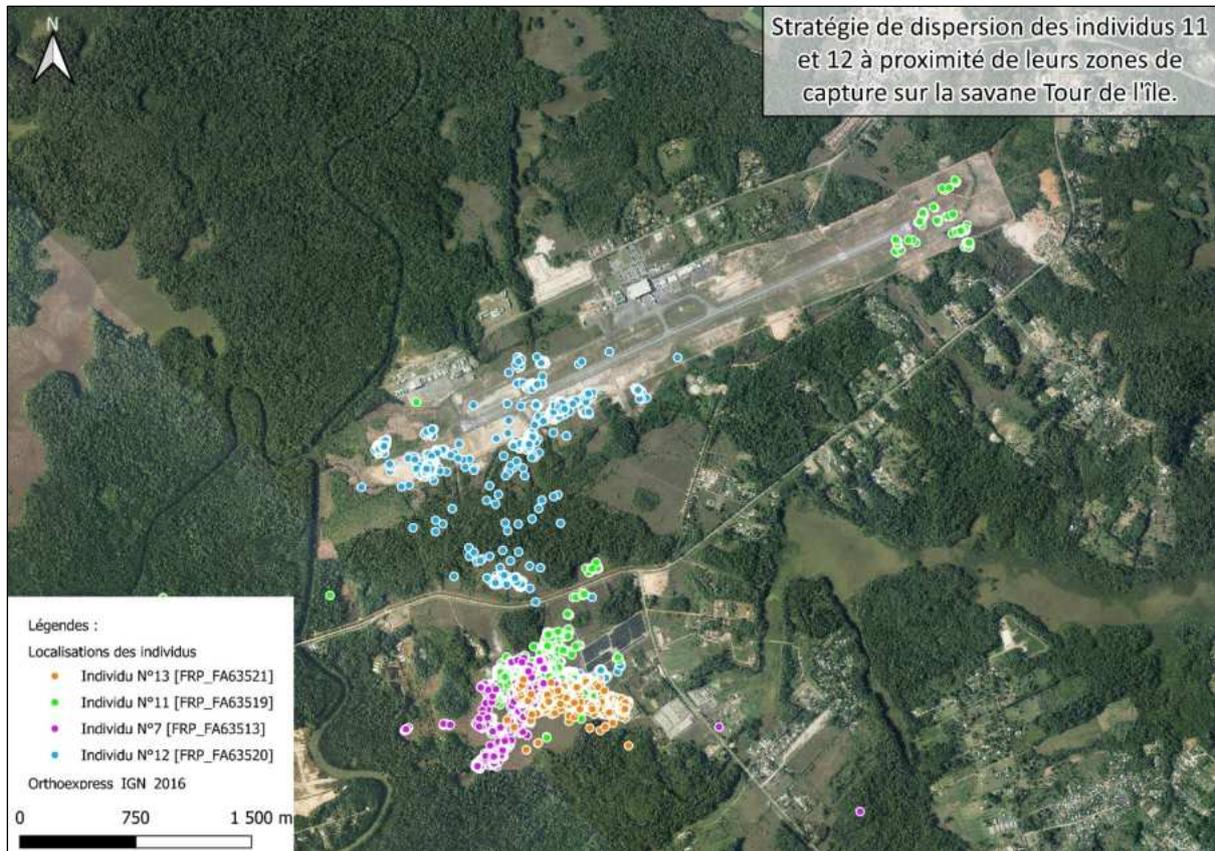
Il est possible que la sécheresse soit à l'origine de ces mouvements. En effet, la Guyane à cette période subit une augmentation de sa température de 1.2°C et une baisse de la pluviométrie de -50% par rapport aux normales de saison. Ces caractéristiques météorologiques combinés à l'impact sur la ressource alimentaire et à la diminution des habitats favorables peuvent être la cause de mouvements migratoires.



Carte 5 : Dispersion sur de longue distance de l'individu 23 lors de la saison sèche.

Les autres individus ont effectué des dispersions à plus courte distance.

Sur la savane de Tour de l'île sur la commune de Matoury, 8 individus différents ont été capturés et jamais recapturés, 4 ont été équipés d'une balise GPS et 2 d'entre elles sont parties vers les savanes de l'aéroport à proximité (Carte 6).

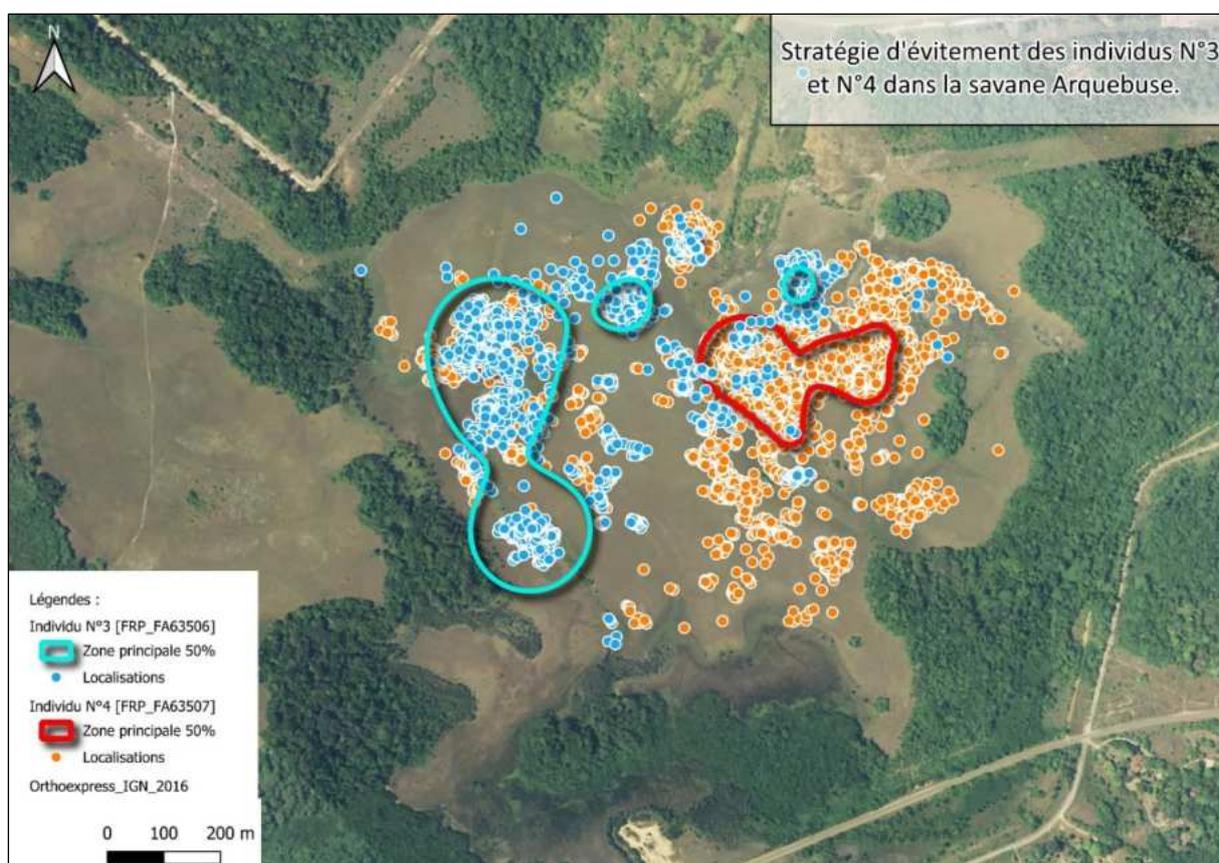


Carte 6 : Stratégie de dispersion des individus 11 et 12.

La savane de Tour de l'île constitue une zone avec une forte concentration d'individus à certains moments, suggérant la formation de lek pour les parades, l'accouplement et peut-être l'appariement des individus. Cette savane présente une végétation majoritairement basse, avec des parties inondées et des patches de végétation haute.

C'est également le cas pour la savane Marivat sur la commune de Macouria où au moins 8 individus ont été observé au même endroit le même soir et 13 individus différents ont été marqués et jamais recapturés. Les savanes de Trou Poisson sur la commune de Sinnamary et les savanes de Karouabo sur la commune de Kourou pourrait également entrer dans cette catégorie de zone de rassemblement.

L'observation des territoires et des comportements individuels cartographiques nous a montré que la Bécassine géante peut aussi avoir des stratégies d'évitements pour se partager l'espace. Par exemple les mâles n°3 et 4, capturés dans la même savane et au même moment partagent leurs domaines vitaux. Cependant, ils occupent deux zones principales bien distinctes (Carte 7). C'est le cas également des bécassines 17 et 18, de sexe différent sur les savanes Grand Macoua.

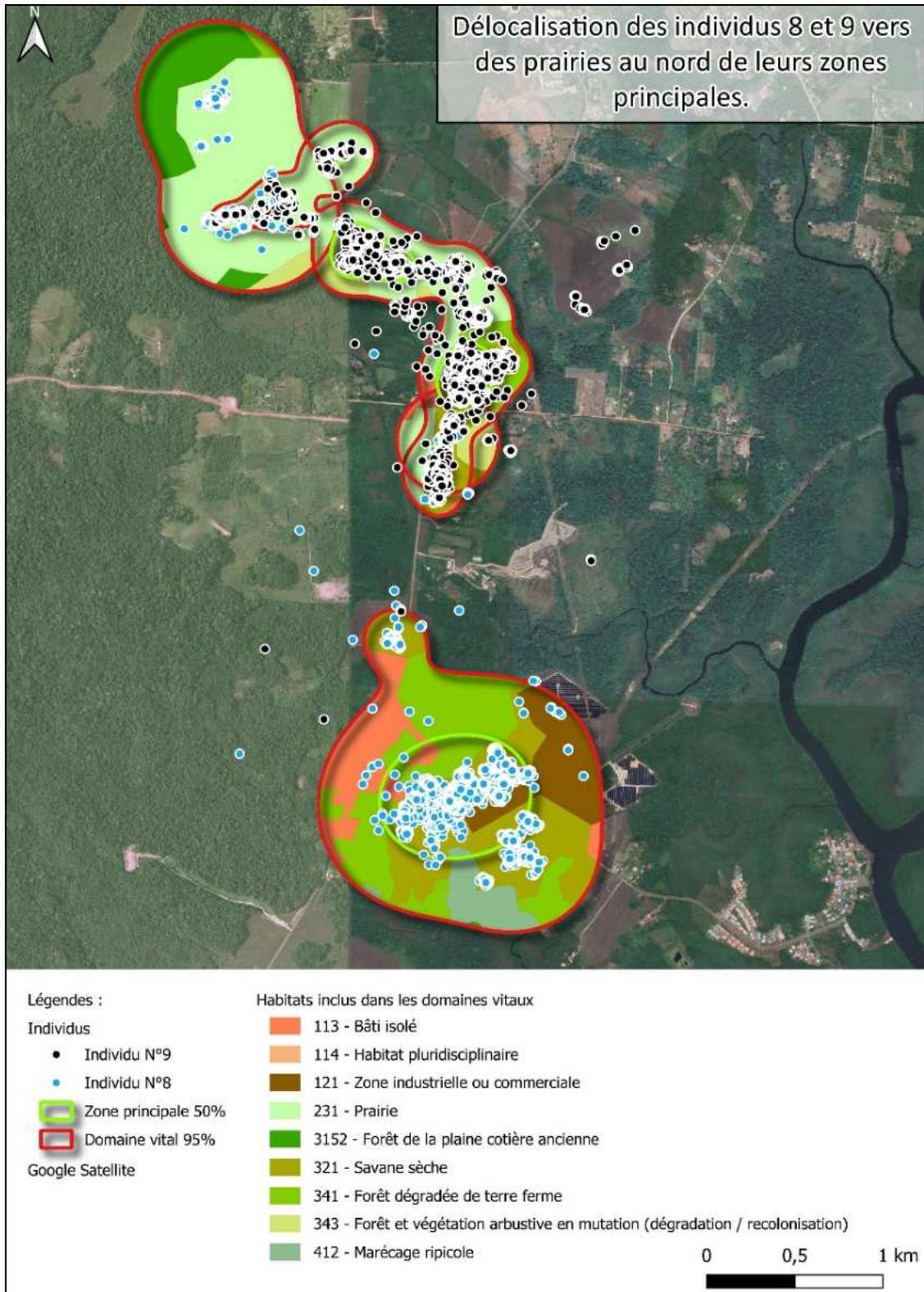


Carte 7 : Stratégie d'évitement des individus 3 et 4, partage de l'espace vital.

Le domaine vital de la Bécassine géante doit contenir un secteur de végétation haute où elle peut se réfugier, une zone humide où elle peut sonder le sol à la recherche de nourriture et une zone ouverte à végétation basse où elle peut avoir des comportements sociaux avec d'autres individus (parade, accouplement, appariement, etc.) et nicher. Si l'un de ces faciès n'est pas disponible à un moment de l'année, l'individu peut être amené à se disperser pour retrouver un habitat favorable.

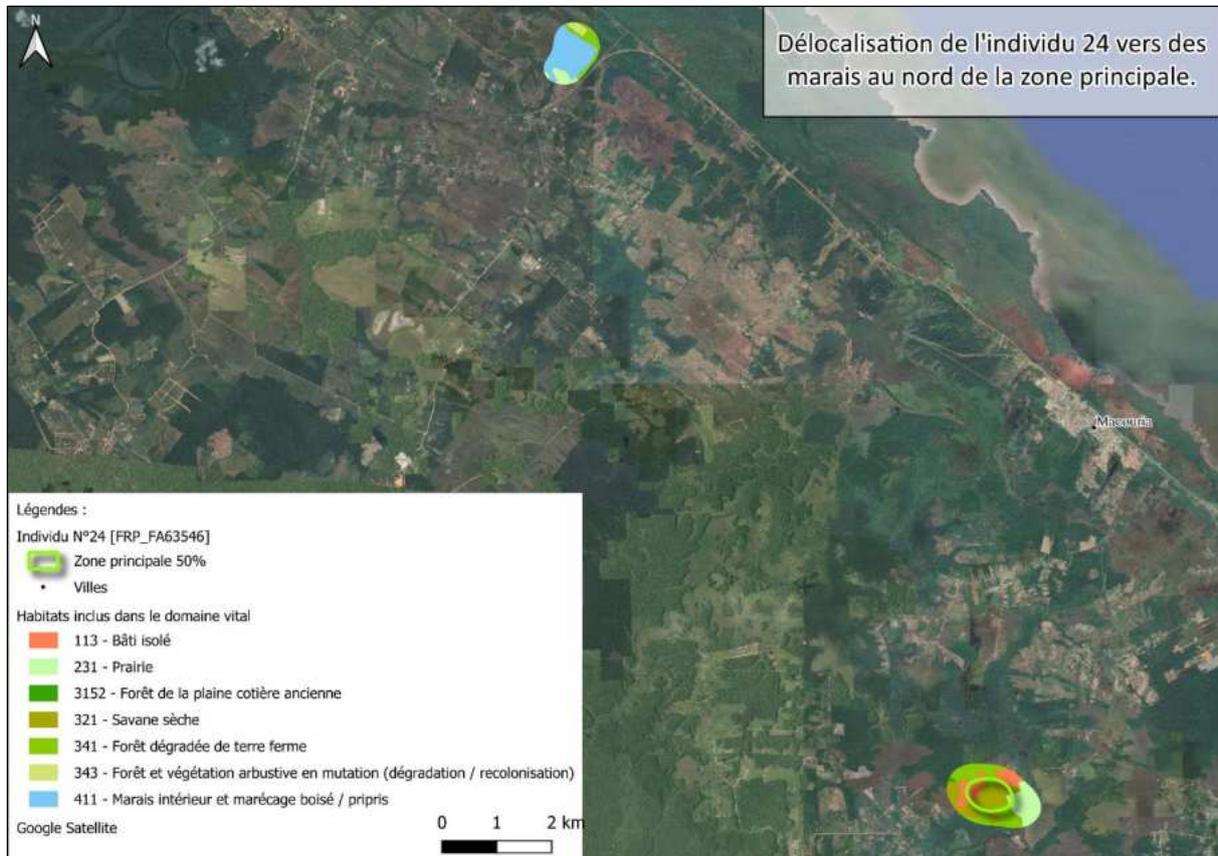
En saison sèche particulièrement, les bécassines se cantonnaient au faciès le plus humide de leur domaine vital, se cachaient sous la végétation haute ou bien changeaient d'endroit lorsque celui-ci devenait trop sec.

Certains individus comme l'individu 8, le 9 (Carte 8) ou encore le 10 font quelques centaines de mètres pour trouver des habitats plus humides, principalement des prairies. Ces zones restent à proximités de leurs noyaux d'activités constitués de savane sèche.



Carte 8 : Dispersion des individus 8 et 9 vers des prairies proches de leur savane d'origine.

L'individu 24 à quant à lui fait 35 kilomètres en saison sèche pour trouver un milieu plus humide (Carte 9). Il est parti de son secteur de savane sèche le 19 août 2024 pour y revenir le 28 novembre 2024, durant cette période il est resté dans une zone de marais intérieur/pripris.



Carte 9 : Dispersion de l'individu 24 vers un marais éloigné en saison sèche.

IV. Discussion

Certaines nuits de captures, plus de 10 individus différents étaient rassemblés sur un petit périmètre de savane. L'hypothèse que la Bécassine géante ait un comportement similaire à la Bécassine double (*Gallinago media*) européenne, avec la formation de leks constituant des places de chants et de parade est fortement possible. De plus, comme les bécassines métropolitaines (Gejl, 2016), la géante pourrait avoir un comportement social et se regrouper dans des zones de rassemblement post reproduction, adopter un comportement de vigilance collective face aux prédateurs et ainsi assurer la survie des jeunes individus de l'année.

D'après les résultats de notre étude, la stratégie de dispersion de la Bécassine géante va de la recherche d'un micro-habitat favorable au sein de son domaine vital jusqu'à une vraie migration à plus de 100 km de distance. Dans la majorité des cas, la dispersion conduit les bécassines à quelques centaines de mètres voire quelques kilomètres du site d'origine. Le

départ des oiseaux hors des savanes où ils ont paradé et où ils se sont éventuellement reproduits semble déterminé par l'assèchement du milieu à l'arrivée de la saison sèche. Le nouveau site dispose d'un habitat plus humide (prairie, savane inondée, marais), avec souvent une végétation plus haute que les savanes sèches où l'espèce se reproduit. Une fois sur son nouveau site de résidence, l'oiseau y reste jusqu'au retour dans sa savane d'origine, ou jusqu'à ce que ce nouveau site soit lui-même devenu défavorable. Quand la bécassine reste dans la savane d'origine, elle se réfugie dans des secteurs pourvus de végétation herbacée haute où elle peut s'abriter et probablement trouver une certaine humidité résiduelle. Les Bécassines géantes reviennent dans les savanes sèches dès le retour de la saison des pluies.

La qualité et la diversité de l'habitat, de même que la durée et l'intensité de la saison sèche déterminent donc la dispersion des Bécassines géantes.

La migration effectuée par l'individu n°23 est plus exceptionnelle par la distance totale parcourue avec seulement une étape intermédiaire, à l'aller comme au retour. Il est possible que les conditions météorologiques extrêmes et inhabituelles soient à l'origine de ce déplacement hors norme. Il sera particulièrement intéressant de suivre les déplacements de cet individu lors d'une prochaine saison sèche.

I. Conclusion générale

Ce travail de recherche sur l'écologie de la Bécassine géante en Guyane française s'inscrit dans le cadre d'une compensation écologique financé par la société ARIANEGROUP. L'étude, s'est déroulé de mars 2023 à juin 2025 pour répondre à différents axes de recherches.

Dans un premier temps, la variabilité génétique de *G. undulata*, en comparant *G. undulata undulata* à *G. undulata gigantea*, et la définition du statut spécifique des deux taxons est encore en cours d'investigations. Actuellement, 9 échantillons *G. u. undulata* ont été séquencés en France et 9 échantillons provenant du Brésil sont en cours de séquençage. Une collaboration avec des collègues brésiliens est mise en œuvre pour poursuivre ces recherches.

Dans un second temps, le domaine vital a pu être calculé pour 23 des 24 individus capturés et équipés de balise GPS. L'estimation des noyaux d'activité moyens pour chaque individu est d'environ 19 hectares avec un domaine vital de 101 hectares. On a pu observer une grande variabilité interindividuelle, il faut donc utiliser ces résultats avec précautions.

Dans un troisième temps, nous avons étudié la sélection de l'habitat. Les habitats les plus fortement sélectionnés dans les domaines vitaux sont les savanes sèches. On retrouve loin derrière les savanes inondée ou inondables, les prairies, les forêts dégradées et les zones humides.

Dans un quatrième temps, nous avons étudié les stratégies de dispersion. Nous avons pu observer que les Bécassines géantes sont des espèces grégaires et bougent très peu de leur zone de capture. Des déplacements ont eu lieu lorsque leurs habitats ne semblaient plus propices à leurs besoins vitaux : sécheresse, manque de ressources alimentaires, partage de l'espace avec d'autres individus. Une dispersion sur une grande distance a eu lieu fin septembre et a conduit une bécassine équipée sur le Centre Spatial Guyanais à se rendre au nord du Brésil dans les marais de Cabo Orange National Park. On suppose que ce déplacement est lié aux fortes chaleurs qui ont eu lieu lors de cette période.

Dans un cinquième temps, nous avons estimé la densité et la taille de la population. La taille de la population a été estimée à 82 individus sur le territoire d'étude ciblé pour ce protocole. En extrapolant ce résultat à l'ensemble des savanes sèches de Guyane nous avons estimé la population à 363 individus entre 2023 à 2024. L'ampleur de la différence entre l'estimation de P. Lenrumé et la présente étude incite à la prudence et justifie d'attendre des données complémentaires avant de réviser le statut UICN de l'espèce. Il y a probablement un fort impact des effets météo d'El Niño et La Niña à prendre en compte pour interpréter ces résultats.

Enfin, pour tous ces objectifs nous avons essayé de définir les périodes nuptiale et inter-nuptiale de l'espèce, cependant, cela n'est pas encore très clair. Nous avons mis en évidence que l'espèce est majoritairement active lors de la saison humide et quasiment absente en saison sèche lors du suivi entre septembre et décembre 2023. Il est toutefois important de prendre en compte le caractère particulier de cette année de suivi qui était sous l'influence d'El Niño avec un fort déficit pluviométrique.

Nous avons par ailleurs pu mettre en évidence les préférences météorologiques de l'espèce. Nos observations montrent que l'espèce préfère vocaliser à des températures comprises entre 24,5 °C et 26,5 °C, évitant ainsi les fortes chaleurs. Elle est particulièrement active lorsque l'humidité relative est élevée, généralement entre 86 % et 99 %. Les précipitations semblent également favoriser son activité vocale. Par ailleurs, un vent modéré, de l'ordre de 0,6 à 2 m/s, est propice à la détection de l'espèce. Enfin, nous avons mis en évidence une activité de chant plus marquée lorsque le ciel est dégagé et à proximité de la pleine lune.

Nous pouvons tout de même conseiller de réaliser les études sur l'espèce en saison des pluies lorsque ces différents facteurs sont réunis. Nous pouvons également affirmer que la période nuptiale a lieu en saison des pluies sans pouvoir définir de limite à celle-ci. En effet, la période inter-nuptiale pourrait être seulement l'addition de conditions météorologiques défavorables.

Le pic d'activité sonore a lieu entre 04h15 et 06h15 du matin avec un maximum à 05h45 conformément à ce qu'avait déjà montré P. Lenrumé (2024).

En complément de ces principaux objectifs nous avons défini à partir d'une analyse moléculaire, le sexe des individus capturés soit 8 femelles et 35 mâles sur 46 individus. A partir de ces résultats nous avons pu établir une formule discriminante permettant de sexer les 3 individus manquants à partir des données biométriques.

Nous avons également utilisé les données de localisations pour rechercher des nids et nous avons trouvé deux sites de nidification.

L'analyse du régime alimentaire n'a permis de trouver qu'une seule proie animale, le ver de terre *Pontoscolex corethrurus*.

Remerciement

Le MNHN, le GEPOG et moi-même, remercions sincèrement ARIANE GROUP en particulier Jérôme Bourgeois, pour l'accueil et l'assistance technique qu'ils m'ont apportée. Nous remercions également le CNES en particulier Camille Bonhomme pour nous avoir permis d'accéder et de travailler sur les savanes dont ils sont gestionnaires.

Nous sommes profondément reconnaissants envers l'équipe d'ECOFOG notamment Stéphane Traissac, Valérie Troispoux, Dominique Volland et Niklas Tysklind pour l'accueil dans leurs locaux et le soutien tout au long de ma mission.

Je tiens à souligner l'accompagnement précieux de mes collègues du GEPOG : Jérémie Tribot et Alain Alcide pour le temps consacré au bricolage du matériel ainsi qu'à la recherche de balises, Alexandre Matthieu pour les prospections en savanes, Guillaume Delaitre pour son aide à la définition du protocole d'estimation de la taille de population, Olivier Claessens pour son appui lors des prospections, des captures, des recherches de balises ainsi que pour la relecture de ce travail, Geoffrey Monchaux-Lefèvre pour la recherche de balises ainsi que les sessions de baguage et de capture, Elie Monin pour la recherche de balises, Steeve Matthieu pour la prospection des savanes, ainsi que Clémentine Couteaux et Ginette Orestant pour l'accueil, le suivi administratif et financier du projet.

Je remercie également mes collègues du MNHN, Jérôme Fuchs pour la préparation de la méthodologie d'échantillonnage et la partie variabilité génétique, Eric Le Saux pour l'analyse moléculaire des plumes de bécassines qui ont permis de sexer les individus, Sylvain Hauptert, pour l'aide à la réalisation de la partie phénologie de l'espèce et enfin Frédéric Jiguet pour la formation à la pose de balise GPS, l'accompagnement dans la recherche et la relecture de ce rapport.

Mes remerciements s'adressent également à mes colocataires et amis de la maison jaune : Ornella Laurenti, Geoffroy Lemonier, Finn Piatscheck, Benjamin Lagrange, Orphéo Ensanyar-Volle, Camille Alaoui, Giacomo Sellan et Diane Marcelle qui m'ont beaucoup soutenue, encouragée et accompagnée sur le terrain lors des prospections et des captures.

Nous remercions également tous les aide-bagueurs-euses, les personnes qui m'ont aidé à prospecter ou rechercher des balises et qui ont permis la réalisation de cette étude en plus des personnes précédemment citées : Solène Lefèvre, Quentin Uriot, Loïc Tello (et pour leurs photos aussi), Thibaut Ferrieux, Alix du Roure, Gwendal Quimbre, Gabriel Naudet, Pauline Bottero et Julien Piolain.

Je remercie l'OFB de Guyane, Paul Lenrumé, Sylvain Uriot et Olivier Tostain, pour les conseils avisés et leurs soutiens apportés le long de cette étude.

Je remercie le Zoo de Guyane en particulier Margo Traimond et Philippe Gaucher pour l'accès aux savanes et l'aide à la prospection.

Je remercie Edith Guilloton de la RNN du Mont Grand Matoury qui m'a aidée et permis de prospecter les savanes de la réserve.

Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce méconnue de Guyane.

Je remercie M. Bailey, responsable de l'équipe de la prévention du péril animalier de l'aéroport international de Cayenne Félix Eboué, pour m'avoir permis et aidé à rechercher des balises GPS perdues dans les savanes de l'aéroport.

Un grand merci à mon amoureux, Axel Collin, pour sa participation aux captures, pour m'avoir installé un serveur et un ordinateur suffisamment puissant pour analyser un jeu de données conséquent, ainsi que pour m'avoir encouragée et soutenue tout au long de ma mission.

Enfin, mes plus sincères remerciements vont à Olivier Claessens et Frédéric Jiguet, une fois encore pour le temps précieux qu'ils m'ont consacré, mais surtout pour m'avoir permis de vivre cette incroyable aventure.



Figure 39 : Recherche d'une balise tombée dans la savane de Trou Poisson, commune d'Iracoubo. © Méryl Gervot

Bibliographie

- BirdLife International (2016). *Gallinago undulata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22693121A93384942.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20163.RLTS.T22693121A93384942.en>
- Calenge, C. (2024). *_adehabitatHR: Home Range Estimation_*. R package version 0.4.22, <<https://CRAN.R-project.org/package=adehabitatHR>>.
- Casper, R. M. (2009). *Guidelines for the instrumentation of wild birds and mammals*. *Animal Behaviour* 78 (6): 1477-1483.
- Claessens, O., Pelletier, V. & Ingels, J. (2005). *First records of White-winged Potoo Nyctibius leucopterus for French Guiana*. *Alauda* 73: 61-68.
- Cleere, N. (1998). *Nightbirds. A guide to nightjars and related nightbirds*. Pica Press, Sussex.
- Comité d'Homologation de Guyane (2025). *Liste des oiseaux de Guyane*, version mars 2025.
- Crease, A. (2009). *Avian range extensions from the southern headwaters of the río Caroní, Gran Sabana, Bolívar, Venezuela*. *Cotinga* 31: 5–19.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, vol. 3 : Hoatzin to Awks*. Lynx Edicions, Barcelone, Espagne.
- Fair, J., Paul, E, Jones, J. and Bies, L., Eds. (2023). *Guidelines to the Use of Wild Birds in Research*. 4th edition. Ornithological Council. <http://www.BIRDNET.org>.
- Gejl, L. (2016). *Guide d'identification des limicoles d'Europe*. Delachaux et Niestlé. Paris, France. 368 Pages
- GEPOG (2025). *Faune-Guyane, plateforme participative rassemblant les observations naturalistes en Guyane*, www.faune-guyane.fr (consulté le 20/03/2023). Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Guyane.
- Haverschmidt, F. (1975). *Food of Giant Snipe Gallinago undulata*. *Bull. Brit. Orn. Club* 95(1): 39.
- Lenrumé, P. (2022). *Suivi acoustique des parades nocturnes de Bécassine du Pantanal Gallinago paraguaiæ & Bécassine géante Gallinago undulata en Guyane, 2020-2021*. Rapport non publié. 66 pages.
- Lenrumé, P. (2024). *Breeding distribution of the Pantanal Snipe Gallinago paraguaiæ and Giant Snipe Gallinago undulata in French Guiana based on acoustic monitoring (2020–2021)*. *Wader Study* 131(3) 000–000.
- Léotard, G. & Stier, A. (2013). *Premiers éléments de typologie des habitats de savane du centre littoral Guyanais*. Rapport non publié, GEPOG.
- Météo-France Guyane (2024). *Bulletins climatiques mensuels*
<https://meteofrance.gf/fr/climat/bulletins-mensuels> (consulté le 26/02/2024).
- MNHN, UICN France & GEPOG (2018). *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de Guyane*. Paris, France. Rapport d'évaluation.
- MNHN, UICN France, GEPOG, Kwata, Biotope, Hydreco & OSL (2017). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitres de la Faune vertébrée de Guyane*. Paris, France.

ONF de Guyane (2024). *Livret institutionnel de l'ONF Guyane*. Office national des forêts. 24 pages.

Palisse, M. (2014). *Savanes de Guyane française : La biodiversité bousculée par la diversité culturelle*. Ethnographiques.org n° 27 – décembre 2013. Biodiversité(S). En ligne : <http://www.ethnographiques.org/2013/Palisse>

Picardi, S., Smith, B.J., Boone, M.E. *et al.* (2020). *Analysis of movement recursions to detect reproductive events and estimate their fate in central place foragers*. *Mov Ecol* 8, 24. <https://doi.org/10.1186/s40462-020-00201-1>

QGIS.org, version 3.34.13 (2024). *Système d'information géographique QGIS*. Association QGIS. <http://www.qgis.org>

R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

Stier, A., de Carvalho, W. D., Rostain, S., Catzefflis, F., Claessens, O., Dewynter, M., McKey, D., Mustin, K., Palisse, M. & de Thoisy, B. (2020). *The Amazonian Savannas of French Guiana: Cultural and Social Importance*. Biodiversity, and Conservation Challenges. *Tropical Conservation Science*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1940082919900471>.

Thaxter, C B., Ross-Smith, V. H., Clark, J. A., Clark, N. A., Conway, G. J., Marsh, M., Leat, E. H. K. & Burton, N. H. K. (2014). *A trial of three harness attachment methods and their suitability for longterm use on Lesser Black-backed Gulls and Great Skuas*. *Ringling & Migration* 29 (2): 65-76, DOI: 10.1080/03078698.2014.995546.

van Gils, J., Wiersma, P. and Kirwan, G. M. (2020). *Giant Snipe (Gallinago undulata)*, version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.giasni1.01>

Wikelski M., Davidson S.C., Kays R. (2024). *Movebank : archive, analyse et partage de données sur les mouvements des animaux*. Hébergé par l'Institut Max Planck du comportement animal. www.movebank.org, consulté en Décembre 2024.

Wood, C.M., Kahl, S. (2024). *Guidelines for appropriate use of BirdNET scores and other detector outputs*. *J. Ornithol.* 165, 777–782. <https://doi.org/10.1007/s10336-024-02144-5>

Annexe 1 :

Extrait arrêté d'exploitation ArianeGroup



PRÉFET DE LA RÉGION GUYANE

Direction de l'Environnement, de
l'Aménagement et du Logement
Service Risques, Énergie, Mines et Déchets
Unité Risques Accidentels

Arrêté autorisant la société ARIANEGROUP *R03-2019-06-03-12*
à exploiter les bâtiments EFF (ESR Finishing Facilities) et BSB (Bâtiment de Stockages des Boosters)
sur le territoire de la commune de Kourou

Le Préfet de la région Guyane
Chevalier de la légion d'Honneur
Chevalier de l'ordre national du Mérite

Notice : le présent arrêté définit les conditions de fonctionnement d'un établissement regroupant des installations classées pour la protection de l'Environnement, soumises à autorisation, dans des conditions permettant de prévenir les inconvénients et les risques conformément aux principes du code de l'environnement.

TITRE 2 - GESTION DE L'ÉTABLISSEMENT

CHAPITRE 2.1 EXPLOITATION DES INSTALLATIONS

ARTICLE 2.1.1. OBJECTIFS GÉNÉRAUX

L'exploitant prend toutes les dispositions nécessaires dans la conception, l'aménagement, l'entretien et l'exploitation des installations pour :

- limiter le prélèvement et la consommation d'eau ;
- limiter les émissions de polluants dans l'environnement ;
- respecter les valeurs limites d'émissions pour les substances polluantes définies ci-après ;
- gérer les effluents et déchets en fonction de leurs caractéristiques, ainsi que réduire les quantités rejetées ;
- prévenir en toutes circonstances, l'émission, la dissémination ou le déversement, chroniques ou accidentels, directs ou indirects, de matières ou substances qui peuvent présenter des dangers ou inconvénients pour la commodité du voisinage, pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, pour l'agriculture, pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

ARTICLE 2.1.2. CONTRÔLE DE L'APPLICATION DE L'ARRÊTÉ

Article 2.1.2.1. Autocontrôle

L'exploitant procède, au maximum tous les 2 ans à un autocontrôle de la bonne application de l'ensemble des dispositions du présent arrêté. Le compte rendu de ce contrôle et les mesures prises ou envisagées pour remédier aux écarts constatés sont tenus à la disposition de l'inspection des installations classées.

Article 2.1.2.2. Analyses

Indépendamment des contrôles explicitement prévus dans le présent arrêté, l'inspection des installations classées peut demander, en cas de besoin, que des contrôles spécifiques, des prélèvements et analyses soient effectués par un organisme dont le choix est soumis à son approbation s'il n'est pas agréé à cet effet, dans le but de vérifier le respect des prescriptions d'un texte réglementaire.

Les frais occasionnés par ces opérations sont à la charge de l'exploitant.

Article 2.1.2.3. Contrôles inopinés

L'inspection des installations classées peut demander à tout moment la réalisation, inopinés ou non, par un organisme tiers choisi par lui-même, de prélèvements et analyses d'effluents liquides ou gazeux, de déchets ou de sols ainsi que l'exécution de mesures de niveaux sonores. Il peut également demander le contrôle de l'impact sur le milieu récepteur de l'activité de l'entreprise.

Les frais occasionnés par ces contrôles, inopinés ou non, sont à la charge de l'exploitant.

ARTICLE 2.1.3. IMPACTS SUR LE MILIEU NATUREL : MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

De manière à protéger les intérêts visés à l'article L 511-1 du code de l'environnement, l'exploitant prend les dispositions suivantes :

Article 2.1.3.1. Nature de la dérogation espèces protégées

La société ARIANEGROUP est autorisée à déroger aux interdictions ci-dessous :

- perturbation intentionnelle et destruction de l'habitat de 7 espèces d'oiseaux protégées avec leur habitat et inscrites à l'article 2 de l'arrêté du 25 mars 2015 susvisé : Busard de Buffon (*Circus buffoni*), Buse à queue blanche (*Geranoaetus albicaudatus*), Râle ocellé (*Micropygia schomburgkii*), Bécassine géante (*Gallinago undulata*), Engoulevent minime (*Chordeiles acutepennis*), Tyranneau barbu (*Polysticus pectoralis*), Sporophile gris-de-plomb (*Sporophila plumbea*) ;
- perturbation intentionnelle de 27 espèces d'oiseaux protégées inscrites à l'article 3 de l'arrêté du 25 mars 2015 susvisé : Canard musqué (*Cairina moschata*), Grande aigrette (*Ardea Alba*), Urubu à tête rouge (*Cathartes aura*), Urubu à tête jaune (*Cathartes burrovianus*), Urubu noir (*Coragyps atratus*), Buse roussâtre (*Buteogallus meridionalis*), Buse urubu (*Buteogallus urubitinga*), Buse à gros bec (*Rupomis magnirostris*), Buse à queue courte (*Buteo Brachyurus*), Râle kiolo (*Anurolimnas viridis*), Marouette plombée (*Mustelirallus albicollis*), Tourterelle oreillard (*Zenaida auriculata*), Chevêche des terriers (*Athene cunicularia*), Ibijou gris (*Nyctibius griseus*), Engoulevent nacunda (*Chordeiles nacunda*), Engoulevent coré (*Caprimulgus cayennensis*), Colibri guainumbi (*Polytmus guainumbi*), Colibri rubis-topaze (*Chrysolampis mosquitus*), Macagua rieur (*Herpetotheres cachinnans*), Caracara à tête jaune (*Milvago chimachima*), Batarra huppé (*Sakesphorus canadensis*), Elénie huppé (*Elaenia cristata*), Tyran des savanes (*Tyrannus savana*), Manakin tijé (*Chiroxiphia pareola*), Tangara à camail (*Schistochlamys melanopsis*), Calliste passevert (*Tangara cayana*) et Grand tardivole (*Emberizoides herbicola*) ;
- perturbation intentionnelle de 3 espèces de mammifères protégées inscrites à l'arrêté du 15 mai 1986 : Tamandua (*Tamandua tetradactyla*), Grand fourmilier (*Tamandua tridactyla*) et Grison (*Galictis vittata*) ;

- destruction de 5 espèces de flore protégées suivantes : *Actinostachys pennula*, *Genlisea pygmaea*, *Drosera cayennensis*, *Cyrtopodium cristatum* et *Habenaria schwackei*.

Sur les secteurs de chantier et d'exploitation visés par le présent arrêté, le maître d'ouvrage s'assure et engage sa responsabilité afin que tous les travaux soient entrepris tels que définis dans le dossier de demande de dérogation et des notes complémentaires dès lors qu'ils ne sont pas contraires aux dispositions du présent arrêté.

Article 2.1.3.2. Conditions de la dérogation espèces protégées

Tout au long de la phase travaux, le chantier est organisé selon une ingénierie environnementale, sous la conduite d'un expert écologue, définissant le planning et les choix techniques les mieux adaptés aux enjeux écologiques, prévoyant une sensibilisation du personnel et un balisage des zones sensibles tel que détaillé à l'article suivant.

Article 2.1.3.3. Mesures d'évitement

Le choix du site de construction a été modifié (déplacement vers le nord) afin d'éviter en partie les savanes humides à forte valeur biologique.

Un balisage visible et durable des habitats patrimoniaux de savane rase hydromorphe et de forêt marécageuse isolée en savane situés au nord-ouest de la zone d'étude est effectué par un expert écologue ainsi que pour les espèces végétales patrimoniales très rares et/ou protégées qui jouxte le tracé : *Actinostachys pennula*, *Drosera cayennensis*, *Cyrtopodium cristatum*, *Genlisea pygmaea*, *Cyrtopodium parviflorum*, *Rhynchospora curvula*, *Eriosema crinitum*...).

Une réunion d'information est organisée, en amont des travaux, entre les équipes de chantier, le chef de chantier et l'écologue expert qui sera chargé du suivi du chantier.

Article 2.1.3.4. Mesures de réduction

Adaptation de la période des travaux : les travaux devront être réalisés en saison sèche uniquement, à savoir de début juillet à la mi-décembre, pour toutes opérations de terrassement et pour tous travaux dont les niveaux limites de bruit dépassent en limite de propriété de l'établissement les valeurs suivantes pour les différentes périodes de la journée :

Niveau sonore limite admissible en limite de clôture de l'EFF/BSB.

PÉRIODE DE JOUR Allant de 7h à 22h, (sauf dimanches et jours fériés) : 70 dB(A)

PÉRIODE DE NUIT Allant de 22h à 7h, (ainsi que dimanches et jours fériés) : 60 dB(A)" dans l'objectif d'éviter le dérangement des espèces pendant leur période de reproduction. En cas de situation exceptionnelle, nécessitant la réalisation de travaux d'urgence en dehors de la saison sèche, l'exploitant sollicite l'autorisation de la DEAL préalablement à l'exécution de ces travaux, en justifiant des mesures de prévention prises.

Afin de limiter les impacts liés à la construction, les pieds des espèces *Cyrtopodium parviflorum* et *Actinostachys pennula* présents sur l'emprise du BSB sont transplantés.

Pour limiter l'impact des fines qui se sont répandues lors de la phase chantier et stabiliser les terrains, des espèces végétales indigènes, à bonnes capacités recouvrantes sont utilisées de sorte à limiter l'installation d'éventuelles espèces exotiques envahissantes.

Article 2.1.3.5. Mesures de compensation

Deux mesures compensatoires permettant de compenser les impacts sur 20,8 hectares et leurs espèces protégées associées sont mises en place :

- contribution financière à hauteur de 195 000 euros pour l'acquisition de la savane Sarcelle porté par le Conservatoire du Littoral. Cette somme correspond à une acquisition foncière de 130 ha et à la contribution au plan de gestion du projet. Elle sera consignée à la caisse des Dépôts des Consignations. Une partie du financement pourra être allouée au plan de gestion de ce projet.
- contribution financière à hauteur de 58 330 euros à la gestion de la savane des Pères rétrocédée par le CNES au Conservatoire du Littoral dans le cadre du dossier ELA4 (Ariane 6).

Le montant total des mesures compensatoires est de 253 330 euros.

Article 2.1.3.6. Mesures d'accompagnement

- Suivi du chantier (balisage et respect des contraintes environnementales) par un expert écologue qui devra être présent sur le site en amont des travaux afin de signaler aux équipes techniques les enjeux de conservation à éviter, mais également en phase de travaux, afin de garantir qu'aucun espace ou espèce ne soit dégradé. Coût de la mesure estimé à 15 000 euros ;
- Suivi annuel des populations d'espèces végétales protégées et/ou patrimoniales rares qui jouxent le tracé durant une dizaine d'années après la fin des travaux, à raison d'un passage tous les 2 ans. Coût de la mesure estimé à 50 000 euros ;
- gestion et étude de la station à *Cyrtopodium cristatum* et des deux stations à *Genlisea pygmaea* pour restaurer et maintenir une couverture herbacée rase exempte des invasives dominantes. Coût de la mesure estimée à 15 000 euros ;
- Suivi de l'écologie populations de Bécassine géante (*Gallinago undulata*) par suivi télémétrique dans le cadre d'un Post Doc : connaissance de la biologie de la reproduction, du rythme d'activité, des mouvements en saison sèche et caractérisation de l'habitat de cette espèce. Coût de la mesure estimée à 240 000 euros ;

Article 2.1.3.7. Mesures de contrôle et sanctions

La mise en œuvre des dispositions définies à l'Article 2.1.3. du présent arrêté fait l'objet de contrôle par les agents chargés de constater les infractions mentionnées à l'article L.415-3 du code de l'environnement.

La mise en œuvre des mesures définies de l'Article 2.1.3.3. à l'Article 2.1.3.6. font l'objet d'un rapport transmis annuellement, au plus tard le 31 mars, à l'inspection des installations classées.

ARTICLE 2.1.4. ÉMISSIONS LUMINEUSES

De manière à réduire la consommation énergétique l'exploitant prend les dispositions suivantes :

- les éclairages intérieurs des locaux sont éteints une heure au plus tard après la fin de l'occupation de ces locaux ;
- les illuminations des façades des bâtiments ne peuvent être allumées avant le coucher du soleil et restent éteintes sauf nécessité avérée.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux installations d'éclairage destinées à assurer la protection des biens lorsqu'elles sont asservies à des dispositifs de détection de mouvement ou d'intrusion.

L'exploitant des bâtiments doit s'assurer que la sensibilité des dispositifs de détection et la temporisation du fonctionnement de l'installation sont conformes aux objectifs de sobriété poursuivis par la réglementation, ceci afin d'éviter que l'éclairage fonctionne toute la nuit.

ARTICLE 2.1.5. CONSIGNES D'EXPLOITATION

L'exploitant établit des consignes d'exploitation pour l'ensemble des installations comportant explicitement les vérifications à effectuer, en conditions d'exploitation normale, en périodes de démarrage, de dysfonctionnement ou d'arrêt momentané de façon à permettre en toutes circonstances le respect des dispositions du présent arrêté.

CHAPITRE 2.2 RÉSERVES DE PRODUITS OU MATIÈRES CONSOMMABLES

ARTICLE 2.2.1. RÉSERVES DE PRODUITS

L'établissement dispose de réserves suffisantes de produits ou matières consommables utilisés de manière courante ou occasionnelle pour assurer la protection de l'environnement tels que manches de filtre, produits de neutralisation, liquides inhibiteurs, produits absorbants...

CHAPITRE 2.3 INTÉGRATION DANS LE PAYSAGE

ARTICLE 2.3.1. PROPRETÉ

L'exploitant prend les dispositions appropriées qui permettent d'intégrer l'installation dans le paysage. L'ensemble des installations est maintenu propre et entretenu en permanence.

L'exploitant prend les mesures nécessaires afin d'éviter la dispersion sur les voies publiques et les zones environnantes de poussières, papiers, boues, déchets ...

ARTICLE 2.3.2. INTÉGRATION DANS LE PAYSAGE

Les abords de l'installation, placés sous le contrôle de l'exploitant sont aménagés et maintenus en bon état de propreté (peinture ...). Les émissaires de rejet et leur périphérie font l'objet d'un soin particulier (plantations, engazonnement ...).

CHAPITRE 2.4 DANGER OU NUISANCE NON PRÉVENUS

Tout danger ou nuisance non susceptible d'être prévenu par les prescriptions du présent arrêté est immédiatement porté à la connaissance du préfet par l'exploitant.

CHAPITRE 2.5 INCIDENTS OU ACCIDENTS

ARTICLE 2.5.1. DÉCLARATION ET RAPPORT

L'exploitant est tenu à déclarer dans les meilleurs délais à l'inspection des installations classées les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de son installation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du code de l'environnement.

Un rapport d'accident ou, sur demande de l'inspection des installations classées, un rapport d'incident est transmis par l'exploitant à l'inspection des installations classées. Il précise notamment les circonstances et les causes de l'accident ou de l'incident, les effets sur les personnes et l'environnement, les mesures prises ou envisagées pour éviter un accident ou un incident similaire et pour en pallier les effets à moyen ou long terme.

Ce rapport est transmis sous 15 jours, suivant l'accident ou l'incident, à l'inspection des installations classées.

Annexe 2 :
Contrat de collaboration
MNHN, GEPOG, ArianeGroup



SJ 1110-21

CONTRAT DE COLLABORATION DE RECHERCHE
« BECASSINE GEANTE »

Référence ArianeGroup : CDB_184

Entre

ARIANEGROUP SAS, société par actions simplifiée (519 032 247 RCS Versailles) au capital de 265 904 408 €, dont le siège social est situé 51-61 route de Verneuil, 78130 Les Mureaux, France (N° de TVA intracommunautaire : FR82519032247, APE/NAF 3030Z),
Représentée par Cédric Renault
Agissant en qualité de Head of R&T and IP Protection,

Ci-après dénommé «ArianeGroup »

Et

Le Muséum national d'histoire naturelle
établissement public national à caractère scientifique, culturel et professionnel,
SIRET 180 044 174 000 19
Domicilié au 57 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05,
représenté par son président Bruno DAVID
ci-après dénommé le « Muséum »,

et

Le Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Guyane
association loi 1901, agréée au titre de la protection de l'environnement
SIRET 391 711 181 00043
Domicilié au 431 route d'Atilla Cabassou - 97354 Rémire-Montjoly (Guyane)
représenté par sa Présidente, Valérie Pontana, habilitée à signer la présente par décision de son conseil d'administration en date du 18 juillet 2022
ci-après dénommé le « GEOG »

d'autre part

individuellement désigné par « Partie » et conjointement désignés par les « Parties »

CR

Préambule

Dans le domaine des sciences naturelles et humaines, le Muséum contribue à la production, au développement et au partage des connaissances sur la diversité géologique et biologique de la Terre, sur la diversité des cultures et des sociétés et sur l'histoire de la planète. A cette fin, il a pour mission de développer en synergie la recherche fondamentale et appliquée, l'expertise, la valorisation, l'enrichissement, la conservation et la mise à disposition des collections et des données, la formation dont l'enseignement, l'action éducative et la diffusion de la culture scientifique et technique à l'intention de tous les publics

Le GEPOG est une association loi 1901 créée le 10 mars 1993. L'association est agréée depuis février 2000, au titre de la protection de l'environnement. Elle est reconnue auprès des services de l'État, des établissements publics, des collectivités et des autres acteurs du développement durable en Guyane, pour son expertise environnementale et sa capacité à fédérer.

Ses axes d'actions sont les suivants :

- o L'amélioration des connaissances sur la biodiversité
- o La conservation des espèces et des habitats
- o La mobilisation des citoyens pour l'environnement
- o La participation au débat et aux politiques publiques
- o Le soutien à la transition écologique des filières

ArianeGroup développe, fournit, assure le suivi en service et le retrait de service de solutions innovantes et compétitives en matière de systèmes de lanceurs spatiaux civils et militaires, dont elle maîtrise les technologies de propulsion les plus avancées. A ce titre, ArianeGroup est maître d'œuvre des familles de lanceurs européens Ariane 5 et Ariane 6, dont elle assure la conception et l'ensemble de la chaîne de production, jusqu'à la commercialisation par sa filiale Arianespace, ainsi que des missiles de la force de dissuasion océanique française. Spécialiste mondialement reconnu des équipements et de la propulsion pour applications spatiales, ArianeGroup avec ses filiales, fait aussi bénéficier d'autres secteurs industriels de son expertise.

Dans le cadre des activités ArianeGroup à Kourou, les nouvelles installations prévues pour le programme Ariane 6 ont fait l'objet d'un arrêté d'autorisation, dont une des mesures environnementales prescrites consiste en une étude sur la connaissance de la Bécassine géante dont l'habitat serait susceptible d'être perturbé. ArianeGroup s'est donc rapproché du Muséum et du GEPOG pour la réalisation de cette étude.

Il est convenu ce qui suit :

Article 1 – Objet du contrat

Le présent contrat (ci-après désigné par « Contrat) a pour objet de définir les modalités de réalisation de l'étude intitulée : « Ecologie de la conservation de la Bécassine géante, une espèce menacée méconnue de Guyane » ci-après désignée l'Etude qui sera réalisée par le Muséum et le GEPOG.

Article 2 – Description de l'Etude

2.1 Le Muséum et le GEPOG ont en charge la réalisation de l'Etude selon les axes suivants :

- Sélection de l'habitat (types de savanes, podologie, végétation) pour la reproduction et hors période de reproduction ;

- Domaine vital ;
- Densités selon les habitats utilisés et estimation de la taille de population globale ;
- Stratégie de dispersion en période inter-nuptiale (distances, dates) ;
- Documenter la variabilité génétique de *G. undulata undulata*, pour la comparer aux séquences disponibles de *G. undulata gigantea*, et confirmer ou infirmer le statut spécifique des taxons.

La durée du Contrat est détaillée à l'article 8 du présent Contrat sans dépasser de 30 mois entre juillet 2022 - décembre 2024.

Pour cela un post doctorant (H/F) sera recruté à partir de septembre 2022 par le Muséum et co-encadré en Guyane avec le GEPOG ; un contrat d'accueil sera établi entre le Muséum et le GEPOG pour en préciser les modalités.

Le programme détaillé de l'Etude est identifié dans l'annexe scientifique et technique jointe au présent Contrat.

2.2 ArianeGroup prend en charge le financement de l'Etude conformément aux montants établis par le Contrat et se charge de fournir dans la mesure du possible les autorisations d'accès aux sites concernés et toutes les informations techniques en sa possession qui seraient utiles aux besoins de la réalisation de l'Etude.

2.3 Personnes référentes pour le suivi de l'Etude :

Pour ArianeGroup

Suivi scientifique : Véronique Fiastre, veronique.fiastre@ariane.group

Suivi administratif et financier : Guénaël Guérin, guenael.guerin@ariane.group

Pour le Muséum

Suivi scientifique : Frédéric Jiguet (UMR 7204), frederic.jiguet@mnhn.fr

Suivi administratif et financier : Chiu Jung Corbiere, chiu-jung.corbiere@mnhn.fr

Pour le GEPOG

Suivi scientifique : Olivier Claessens, chargé de projets, olivier.claessens@gepog.org

Suivi administratif et financier : Clémentine Coûteaux, directrice, direction@gepog.org

Article 3 – Réunions - Rapports

Pendant toute la durée du Contrat, les réunions de travail ont lieu tous les six mois entre les référents des Parties en visioconférence et/ou téléconférence.

Il est entendu entre les Parties qu'un rapport d'avancement sera fourni à ArianeGroup par le Muséum dans les 12 mois après le début de l'Etude.

Un rapport final de synthèse sera rédigé par le Muséum dans le mois qui précède l'expiration ou la résiliation anticipée du Contrat.

Article 4 – Modalités du financement

En contrepartie des engagements pris, dans le cadre du présent Contrat, ArianeGroup s'engage à verser le montant de deux cent quarante-deux mille euros hors taxe (242 000 € HT) dont le détail est joint en Annexe 2 :

CR

Pour le Muséum : la somme de cent quatre-vingt-six mille huit cent soixante-quinze euros hors taxe (186 875 € HT).

Une partie de la contribution forfaitaire versée est affectée à la rémunération de personnels. Cette partie comprend une provision destinée à couvrir forfaitairement les coûts induits par le versement, le cas échéant, des allocations pour perte d'emploi (prélèvement fixé à 8%).

Cette somme est versée selon l'échéancier suivant :

- 30% d'acompte à la signature du Contrat ;
- 50 % à remise du rapport intermédiaire 12 mois après la date de signature du Contrat et d'une facture ;
- Le solde de 20% à remise du rapport final et d'une facture.

Cette somme est versée sur le compte de l'Agent comptable du Muséum national d'histoire naturelle
IBAN : FR 76 100717500000 0010 0529 979
BIC : TRPUFRP1

Pour le GEPOG : la somme de cinquante-cinq mille cent vingt-cinq euros hors taxe (55 125 € HT).

Cette somme est versée selon l'échéancier suivant :

- 50% d'acompte à la signature du Contrat ;
- 30% à remise du rapport intermédiaire 12 mois après la date de signature du Contrat et d'une facture ;
- Le solde de 20% à remise du rapport final et d'une facture.

Cette somme est versée sur le compte du GEPOG :
IBAN : FR31 2004 1010 1900 1558 3T01 646
BIC : PSSTFRPPCAY

Les factures relatives à la réalisation de l'Etude conformément à ce qui précède, établies en deux (2) exemplaires, dans les dix (10) jours suivant l'acceptation par AGS de chaque rapport, devront être envoyées à l'adresse suivante :

ArianeGroup SAS
51/61 route de Verneuil
BP 71040
78131 Les Mureaux Cedex

Chaque facture concernera une seule commande mise en œuvre au titre du présent Contrat et indiquera le numéro de celle-ci, le numéro de poste, la désignation, les numéros et la date d'acceptation du rapport concerné.

Les factures sont payables à trente (30) jours fin de mois, le dix (10) du mois suivant, à compter de la date d'émission de la facture et devront mentionner explicitement que le règlement sera effectué par virement établi par ArianeGroup. Les retards de règlement entraîneront de plein droit l'application d'un taux d'intérêt moratoire égal à trois fois le taux d'intérêt légal en vigueur en France à la date d'échéance du paiement, calculés sur le montant de la facture échue, à compter du jour suivant la date de son échéance, jusqu'à la date de son paiement.

ArianeGroup s'engage à régler la dernière facture sous réserve de la remise préalable du rapport final tel que défini au présent Contrat.

Article 5 – Propriété des résultats -Secret - Publications

5.1 - Définitions

«Connaissances Propres » désignent de manière non limitative les informations, connaissances, résultats de travaux, plans, logiciels, inventions, savoir-faire quels qu'en soient l'objet et/ou le support et/ou la nature, protégés, protégeables ou non par un droit ou un titre de propriété intellectuelle, développés ou obtenus par l'une des Parties antérieurement ou indépendamment du Contrat. Les Connaissances Propres des Parties sont identifiées en annexe 3 du présent Contrat.

« *Résultats issus de l'Etude* » : désignent de manière non limitative les connaissances, les informations, connaissances, résultats de travaux, inventions, Savoir-faire issu de l'Etude tel que défini ci-après, liasses, plans, documents techniques, dessins, modèles, maquettes quels qu'en soient la nature et/ou le support, issues de l'Etude au titre du présent Contrat et susceptibles ou non d'être protégées au titre de la propriété intellectuelle (brevet, droit d'auteur etc.).

« *Savoir-faire issus de l'Etude* » (*savoir-faire commun*) : désignent les résultats issus de l'Etude non susceptibles, en tant qu'éléments isolés, d'être protégées au titre de la propriété intellectuelle.

5.2 Propriété des Connaissances Propres

Les Connaissances Propres obtenues par les Parties antérieurement ou indépendamment de l'Etude restent leurs propriétés respectives.

Chaque Partie s'engage à ne pas publier ni divulguer de quelque façon que ce soit les Connaissances Propres appartenant aux autres Parties dont elle pourrait avoir connaissance à l'occasion de l'exécution du présent Contrat et ce, tant que ces informations ne seront pas accessibles au public. Cet engagement restera en vigueur pendant 2 ans encore après la résiliation ou l'échéance du Contrat.

5.3 Utilisation des Connaissances Propres

Si l'utilisation et/ou l'exploitation des Résultats issus de l'Etude par l'une des Parties nécessite l'utilisation des Connaissances Propres détenues pour partie ou en totalité par une autre Partie, celle-ci s'efforce, sous réserve des droits consentis à des tiers, de favoriser cette utilisation et/ou exploitation. A ce titre, les Parties se rencontreront afin de négocier au cas par cas les dispositions d'un accord écrit spécifique qui en fixera les conditions et les modalités.

5.4- Propriété et utilisation des Résultats issus de l'Etude

Les Résultats issus de l'Etude appartiennent conjointement à *parts égales* au Muséum et au GEPOG. Chaque Partie peut utiliser librement et gratuitement les Résultats issus de l'Etude pour ses besoins propres de recherche.

Aucune exploitation commerciale n'est prévue sur les Résultats issus de l'Etude.

Nonobstant les dispositions prévues à l'article 5.5, les Parties concèdent à ArianeGroup le droit d'utiliser, de reproduire, de copier, de traduire et de représenter les résultats de l'Etude au sein d'un ouvrage global avec le CNES et/ou le CSG relatif à l'ensemble des mesures environnementales du programme A6.

5.5 Communication et/ou Publication

Le Muséum et le GEPOG autorisent ArianeGroup à publier, communiquer et diffuser tout projet de publication et/ou communication relatif à l'Etude y compris leurs rapports sur les Résultats de l'Etude. Nonobstant ce qui précède, ArianeGroup s'engage pour toute publication ou communication d'informations portant sur les Résultats issus de l'Etude, pendant la durée du présent Contrat et les 6 mois qui suivent son expiration, à demander l'accord préalable écrit du Muséum et du GEPOG, qui feront connaître leur décision ou pourront supprimer ou modifier certaines précisions dont la divulgation serait de nature à toucher à des données confidentielles ou des interprétations erronées, dans un délai maximum d'un mois à compter de la demande. Passé ce délai et faute de réponse, l'accord sera réputé acquis.

Toute publication et/ou communication relative à l'Etude, y compris sur les Résultats issus de l'Etude ou sur le Savoir-faire issus de l'Etude, par l'une des Parties devra mentionner le concours apporté par chacune des Parties à la réalisation de l'Etude « Etude réalisée par le Muséum national d'histoire naturelle et le GEPOG avec le soutien d'ArianeGroup ».

Article 6 – Confidentialité

Les informations confidentielles (ci-après « Informations Confidentielles ») désignent toute information et toute donnée transmise dans le cadre du Contrat, par une Partie à l'autre Partie et désignée comme Information Confidentielle par la Partie qui la transmettra, quel qu'en soit l'objet (technique, industriel, financier, commercial, etc.), la nature (savoir-faire, méthode, procédé, détail technique et d'installation etc.), le support (document écrit ou imprimé, CD Rom, disquette informatique, échantillon, dessin modèle, etc.) et le mode de transmission (écrit, oral, informatique y compris réseaux, etc.).

Conformément à ce qui précède, les Informations Confidentielles seront désignées comme telles par la Partie qui les transmet par l'apposition ou l'adjonction sur leur support d'un tampon ou d'une formule ou par la remise ou l'envoi d'une notification écrite à cet effet, ou, lorsqu'elles sont divulguées lors de visites ou oralement, par confirmation écrite dans les trente (30) jours de leur divulgation au plus tard, étant entendu que cette information est considérée comme confidentielle pendant cette période de trente (30) jours.

Chacune des Parties s'engage, à compter de l'entrée en vigueur du Contrat et pendant une durée de dix (10) ans au terme normal ou anticipé du Contrat au titre duquel/de laquelle l'Information Confidentielle aura été divulguée, à préserver le caractère secret des Informations Confidentielles et en conséquence, à :

- a) ne pas les utiliser à d'autres fins que la collaboration objet du Contrat ;
- b) ne pas les divulguer à un tiers de quelque façon que ce soit, directement ou indirectement ;
- c) ne pas les reproduire ou copier sauf pour les transmettre aux seuls membres de son personnel ayant besoin d'en connaître pour l'exécution du Contrat après les avoir informés du caractère strictement confidentiel desdites Informations Confidentielles ;
- d) renvoyer à l'autre Partie ou détruire immédiatement sur sa demande, lesdites Informations et leurs copies. Indépendamment de cette demande, chacune des Parties s'engage à détruire toutes les Informations Confidentielles et leurs copies qui lui auront été communiquées par l'autre Partie et qu'elle aurait encore en sa possession au terme ou à la résiliation du Contrat.

Les engagements de confidentialité ci-dessus ne s'appliqueront pas aux Informations Confidentielles dont la Partie qui les a reçues prouvera :

- que la divulgation ou l'utilisation en a été autorisée préalablement et par écrit par l'autre Partie ; ou
- qu'elles étaient dans le domaine public ou qu'elles y sont entrées, préalablement à leur divulgation ou postérieurement mais en l'absence de toute faute qui lui soit imputable; ou
- qu'elles ont été reçues d'un tiers de manière licite sans aucune faute de sa part et sans restriction ni violation du présent Contrat; ou
- qu'elles ont été publiées sans violation des dispositions du présent Contrat.

Dans le cas où une autorisation gouvernementale ou administrative est requise pour la divulgation d'Informations Confidentielles, la Partie divulgateuse ne les transmettra à l'autre Partie qu'après obtention desdites autorisations.

Toutefois, ces stipulations ne pourront faire obstacle :

- ni à l'obligation qui incombe à chacune des personnes participant à l'Etude de produire un rapport d'activité à l'établissement dont elle relève, dans la mesure où cette communication ne constitue pas une divulgation au sens des lois sur la propriété industrielle ;
- ni à la soutenance de thèse des chercheurs dont l'activité scientifique est en relation avec l'objet du présent contrat, cette soutenance devant être organisée chaque fois que nécessaire de façon à garantir, tout en respectant la réglementation universitaire en vigueur, la confidentialité de certains résultats des travaux réalisés dans le cadre de l'Etude.

Article 7- Responsabilité –Assurance

7.1 - Les matériels et équipements mis par une Partie à la disposition de l'autre ou financés par cette Partie dans le cadre d'un accord spécifique, restent la propriété de celle-ci.

En conséquence chaque Partie supporte la charge des dommages subis dans le cadre de l'exécution de l'Etude par les matériels, installations et outillages dont elle est propriétaire, y compris les matériels confiés à l'autre Partie et les matériels en essais, même si l'autre Partie est responsable du dommage sauf faute lourde ou intentionnelle de cette dernière.

7.2 - Dans le cadre de l'Etude, le personnel de l'une des Parties restant payé par son employeur peut être amené à travailler dans les locaux de l'autre Partie.

Le personnel doit alors se conformer au règlement intérieur de l'établissement d'accueil de l'une des Parties et aux instructions techniques concernant les matériels.

Chaque Partie continue toutefois d'assumer à l'égard du personnel qu'elle rémunère, toutes les obligations sociales et fiscales de l'employeur et d'exercer envers lui toutes les prérogatives administratives de gestion (notation, avancement, discipline, etc.). L'établissement d'accueil fournit toute indication utile à l'employeur.

Chaque Partie assure la couverture de leurs personnels respectifs en matière d'accidents du travail et de maladies professionnelles sans préjudice d'éventuels recours contre les tiers responsables.

7.3 - Chaque Partie garantit être couverte par une assurance Responsabilité Civile Exploitation dans le cadre de son activité en cours de validité.

Article 8 – Date d'effet -durée

Le présent Contrat est conclu à compter de la date de la dernière signature des Parties, jusqu'au 30 juin 2025. Il peut être modifié par avenant signé des Parties.

Article 9– Résiliation – Force majeure

9.1 - Le présent Contrat peut être résilié de plein droit par l'une des Parties en cas d'inexécution par une autre d'une ou plusieurs des obligations contenues dans ses diverses clauses. Cette résiliation ne devient effective que trois mois après l'envoi par la Partie plaignante d'une lettre recommandée avec accusé de réception exposant les motifs de la plainte, à moins que dans ce délai la Partie défaillante n'ait satisfait à ses obligations ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure.

L'exercice de cette faculté de résiliation ne dispense pas la Partie défaillante de remplir les obligations contractées jusqu'à la date de prise d'effet de la résiliation et ce, sous réserve des dommages éventuellement subis par la Partie plaignante du fait de la résiliation anticipée du Contrat.

9.2 - En cas d'expiration ou de résiliation du présent Contrat, chaque Partie prend l'engagement de restituer aux autres, dans le mois suivant ladite expiration ou résiliation, tous les documents et divers matériels transmis, sans pouvoir en conserver de reproduction.

9.3- Aucune des Parties ne pourra être tenue responsable de l'inexécution de l'une de ses obligations contractuelles du fait de la survenance d'un cas de force majeure tel que défini par le Code Civil et la jurisprudence.

La Partie invoquant un cas de force majeure devra le notifier par écrit aux autres Parties dès qu'elle aura connaissance de la survenance d'un tel événement.

Dans tous les cas, la Partie affectée devra faire tout ce qui est en son pouvoir afin d'éviter, éliminer ou réduire les causes du retard et reprendre l'exécution de ses obligations dès que l'événement invoqué aura disparu.

Si le cas de force majeure venait à excéder trente (30) jours ouvrés à compter de la notification visée ci-dessus, chaque Partie aura de plein droit la faculté de notifier la résiliation du Contrat, sans indemnité ni autre formalité notamment judiciaire.

9.4- Les Parties conviennent expressément que si des mesures restrictives administratives et/ou gouvernementales en cas d'épidémie notamment liées au Covid-19, devaient rendre impossible l'exécution par une des Parties de tout ou partie de ses engagements, les Parties se rapprocheront dans les meilleurs délais et s'efforceront de discuter de bonne foi et de s'accorder sur la meilleure solution, notamment sur un éventuel report de l'Etude ou une prolongation du Contrat.

A défaut le Contrat sera résilié de plein droit sans indemnité et les sommes déjà versées et non engagées devront être restituées

Article 10– Sous-traitance

Le Muséum ou le GEPOG ne peuvent sous-traiter une part de l'Etude qui lui est confiée pour la réalisation du présent Contrat sans l'accord écrit et préalable d'ArianeGroup.

N'est considéré comme sous-traitant que la personne physique ou morale liée avec le titulaire par un contrat d'entreprise au titre duquel il effectue une partie de l'Etude objet du Contrat et/ou réalise des fournitures conformes aux spécifications propres à cette recherche.

Article 11– Intégralité et limite du Contrat

Le présent Contrat, assorti de ses annexes, exprime l'intégralité des obligations des Parties. Aucune clause figurant dans des documents envoyés ou remis par les Parties ne peut s'y intégrer.

Si une ou plusieurs stipulations du présent Contrat étaient tenues pour non valides ou déclarées telles en application d'un traité, d'une loi ou d'un règlement, ou encore à la suite d'une décision définitive d'une juridiction compétente, les autres stipulations garderont toute leur force et leur portée.

Les Parties procéderont alors sans délai aux modifications nécessaires en respectant, dans toute la mesure du possible, l'accord de volonté existant au moment de la signature du présent Contrat.

Article 12 – Litiges

Le présent Contrat est soumis au droit français.

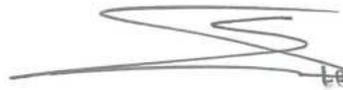
En cas de difficulté sur l'interprétation ou l'exécution du présent Contrat, les Parties s'efforceront de résoudre leur différend à l'amiable.

En cas de désaccord persistant, à défaut d'accord dans les six mois après réception d'une mise en demeure avec accusé de réception et réunion entre les Parties, les tribunaux compétents du demandeur seront saisis.

Annexes

- 1- Présentation de l'Etude
- 2- Budget prévisionnel
- 3- Connaissances Propres

Fait en trois exemplaires originaux

A les Mureaux, le 15/07/2022 Pour ArianeGroup SAS 	A Paris, le 12 AOÛT 2022 Pour le Muséum Pour le Président délégué :  Le Directeur général délégué aux ressources adjoint du Muséum National d'Histoire Naturelle Jérôme GESTIN	A Rémire-Montjoly, le 17/10/22 Pour le GEPOG 
---	--	---

Annexe 1
PRESENTATION DE L'ETUDE
Ecologie de la conservation de la Bécassine géante,
une espèce menacée méconnue de Guyane

Organisation : une collaboration entre le GEPOG et le MNHN

Le **Groupe d'Etudes et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEPOG)** et le **Muséum national d'histoire naturelle (MNHN)** sont les deux organismes réalisant cette étude.

Au sein du Muséum, Frédéric Jiguet (professeur au Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, UMR7204, CESCO) et, au sein du GEPOG, Olivier Claessens, chargé de projets, sont les coordinateurs scientifiques.

La planification des thématiques de recherche a été élaborée conjointement par les référents des deux organismes, avec une présentation ci-dessous.

Concrètement, le recrutement sur deux ans par le Muséum d'un jeune chercheur niveau post doctorant, chargé de mettre en œuvre le projet, se fera après auditions par les deux organismes. L'étudiant sera basé en Guyane, accompagné et encadré sur place par le GEPOG.

Le budget de fonctionnement sur place sera géré par le GEPOG, qui s'assure de la bonne organisation logistique et pratique des travaux de recherche.

Le MNHN est responsable de la bonne valorisation des résultats obtenus conjointement dans des revues scientifiques, le GEPOG veillera à diffuser et valoriser les résultats auprès des instances en charge de l'environnement en Guyane.

Calendrier prévisionnel

Post-doc 2 ans

Juillet 2022 : lancement du recrutement

Octobre 2022 : début contrat post-doc 2 ans

Septembre 2024 : fin contrat post-doc, rendu du rapport final

Suivi du projet

Le GEPOG, le MNHN, et, ArianeGroup se réunissent tous les six mois (en distanciel) pour discuter des résultats et analyses de l'étude et, de leurs valorisations..

Valorisation / diffusion des résultats

Articles scientifiques dans revues internationales

Communication sur la mise en œuvre du projet et sur ses résultats dans les supports de communication propres à chaque partenaire

Vulgarisations régulières auprès du public

Rapport intermédiaire à 1 an.

Rapport final de synthèse des connaissances acquises

Présentation à l'autorité environnementale ayant prescrit la demande d'étude si demandée

Thématiques de recherche qui seront abordées :

- Sélection de l'habitat (types de savanes, podologie, végétation) pour la reproduction et hors période de reproduction
- Domaine vital
- Densités selon les habitats utilisés et estimation de la taille de population globale

- Stratégie de dispersion en période inter-nuptiale (distances, dates)
- Documenter la variabilité génétique de *G. undulata undulata*, pour la comparer aux séquences disponibles de *G. undulata gigantea*, et confirmer ou infirmer le statut spécifique des taxons

Méthodes

Bécassine géante *undulata*. Poids : 270-330 grammes

Possibilité de poser GPS jusqu'à 10 grammes (maximum 3% du poids d'un oiseau). Nous poserons des balises GPS du système ICARUS (Max Planck Institute), pesant 5 grammes, durée de vie garantie de 1 an, avec harnais en téflon en sac à dos.

Les données GPS devraient permettre de détecter les oiseaux qui couvent des œufs (accéléromètre plat) et donc de localiser les nids, puis de suivre des familles, et ainsi de pouvoir équiper des jeunes de GPS avant qu'ils ne sachent voler.

Captures au filet vertical sur sites de reproduction/alimentation, mais aussi matoles, et épuisette de bécassier.

Enregistrements avec Nagra et parabole (suivis individuels), et enregistreurs SM4 automatiques (phénologie d'activités).

Annexe 2 - Budget Prévisionnel

	Muséum	GEPOG
<u>Salaires</u>		
2 ans post doc chargé	110 000	
encadrement CRBPO	<i>autofinancement</i>	
encadrement GEPOG		18 000
<u>Déplacements</u>		
billets d'avion Paris-Cayenne jeune chercheur	3500	
billets d'avion Paris-Cayenne MNHN	3500	
AR voiture Cayenne-CSG		4 000
frais terrain (nuits)	3 000	6000
<u>Equipement</u>		
1 voiture + assurance		18000
1 ordinateur + informatique	2000	
Jumelles optiques / thermiques	6000	3000
40 balises et harnais	15 000	
Matériel capture (épuiette, torches, caméra thermique)	5 000	
Enregistreurs sons	2 000	
Génomique	10 000	
Sous-total	162 500	49 000
Frais de gestion MNHN (15%)	24 375	
Frais de gestion GEPOG (12,5%)		6 886
TOTAL HT	186 875	55 086
TVA	-	-
TOTAL TTC	186 875	55 125
TOTAL GENERAL	242 000 €	

A noter, ce budget prévisionnel est basé sur des estimations. Le montant global sera inchangé mais le montant par type de dépenses et la répartition entre type de dépenses sont susceptibles d'être raisonnablement modifiés en cours de mise en œuvre de l'Etude.

Connaissances Propres du Museum :

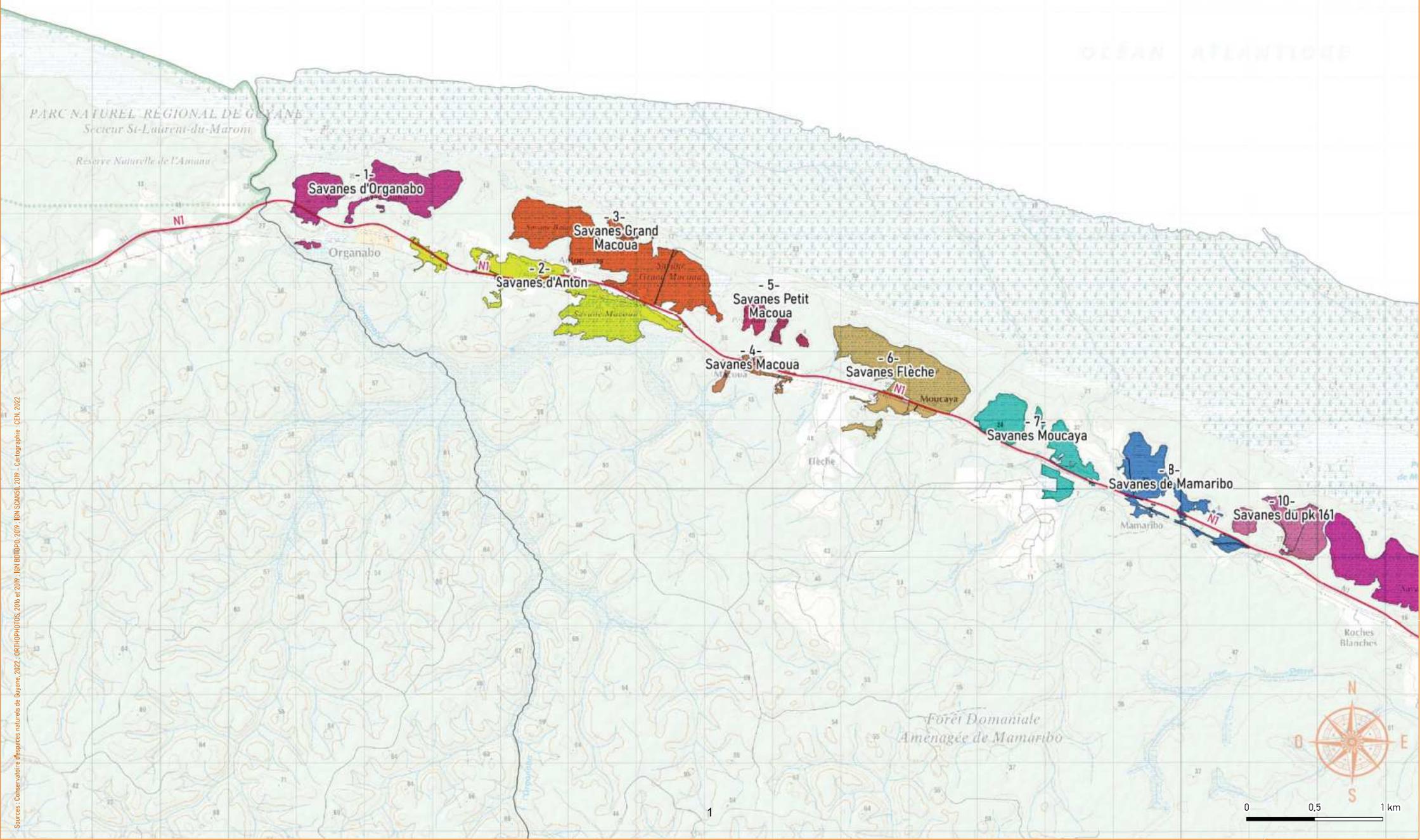
- Techniques de capture d'oiseaux, diurnes et nocturnes
- Déploiement de technologies embarquées sur les oiseaux
- Connaissance des mouvements saisonniers des oiseaux
- Biologie des bécassines

Connaissances Propres du GEPOG :

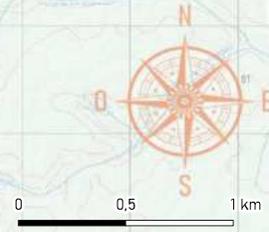
- Identification visuelle et auditive des espèces
- Connaissances de la répartition et des habitats occupés par les oiseaux en Guyane
- Périodes d'activité vocale et de reproduction de l'espèce
- Situation des nids au sein de l'habitat
- Biologie et comportements des oiseaux

CR

Annexe 3 :
Atlas toponymie des savanes de Guyane française
(CEN 2022)

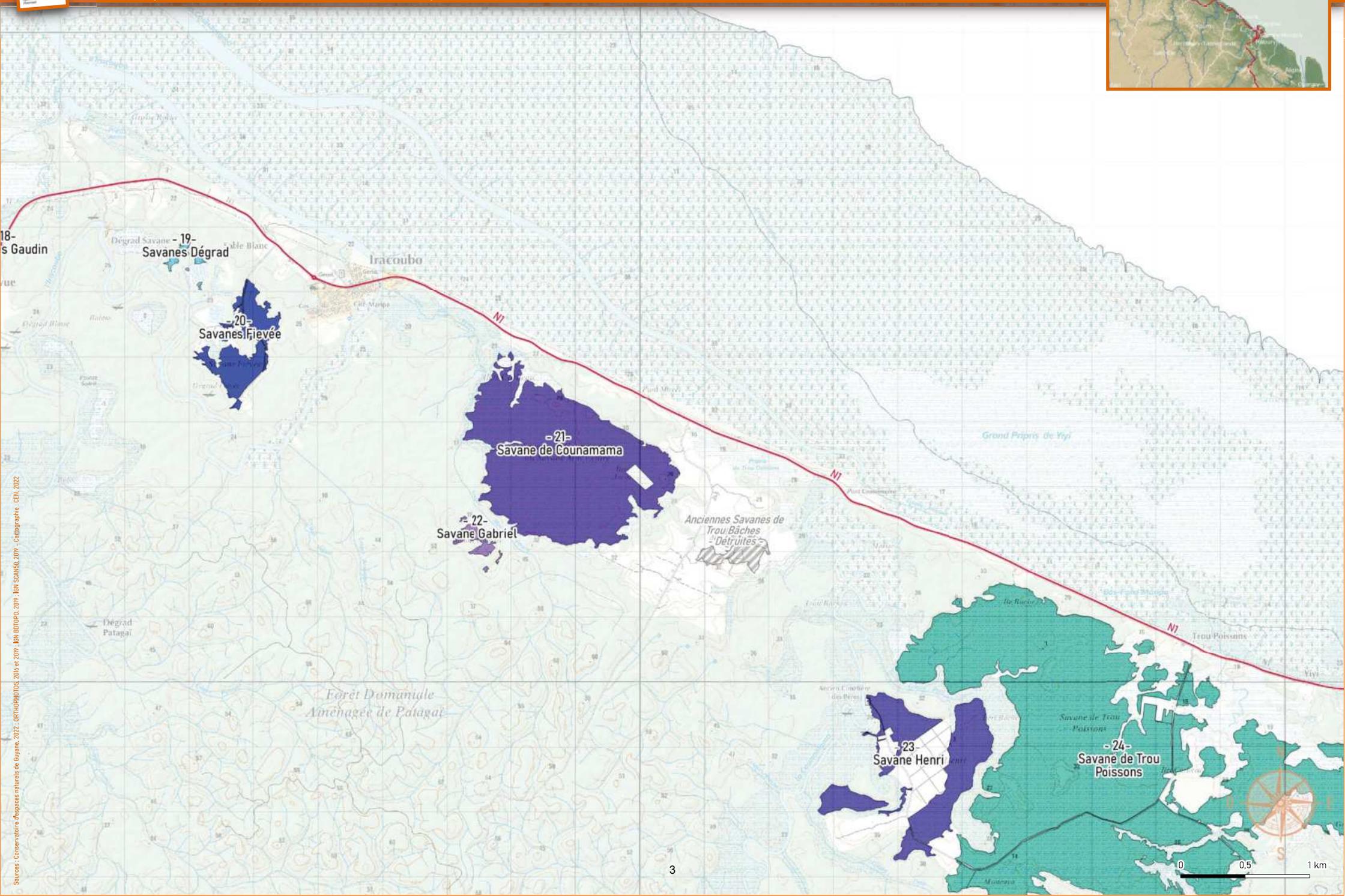


Sources : Conservatoire des paysages naturels de Guyane, 2022. OPH/PH/PH/DOS, 2016 et 2019. IGN BR/BDP, 2019. IGN SCA/SL, 2019. Cartographie : CEI, 2022.

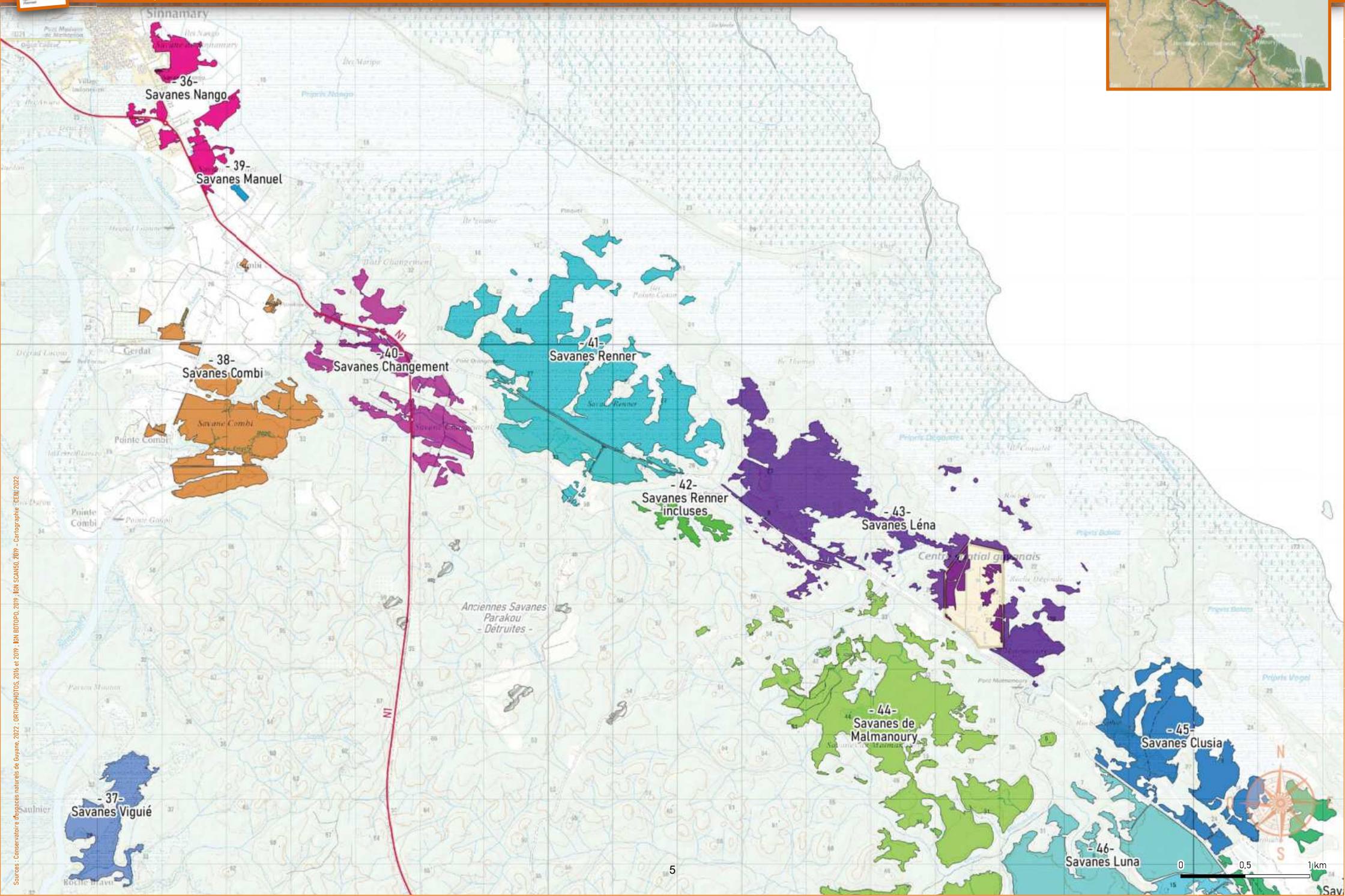


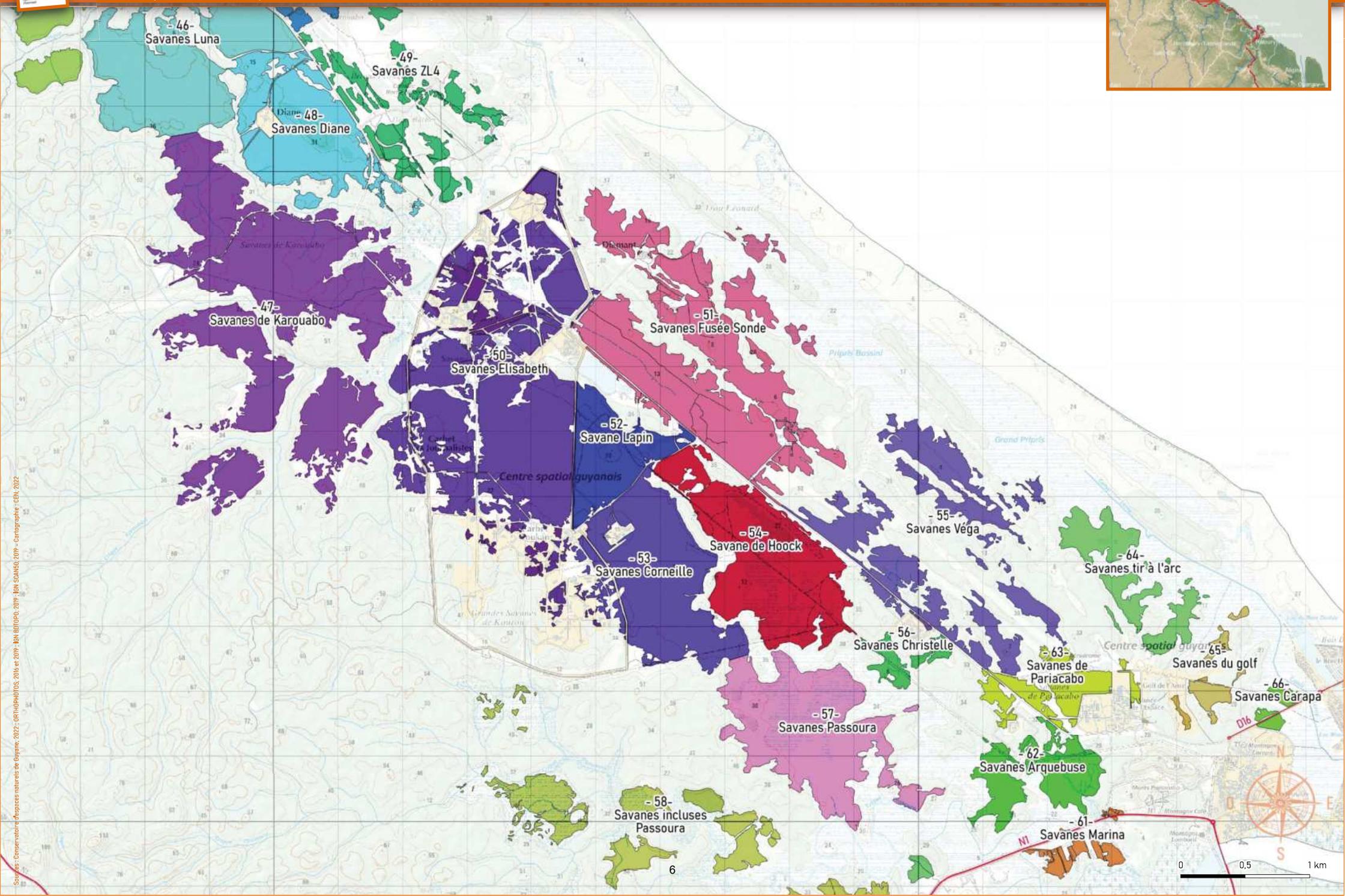


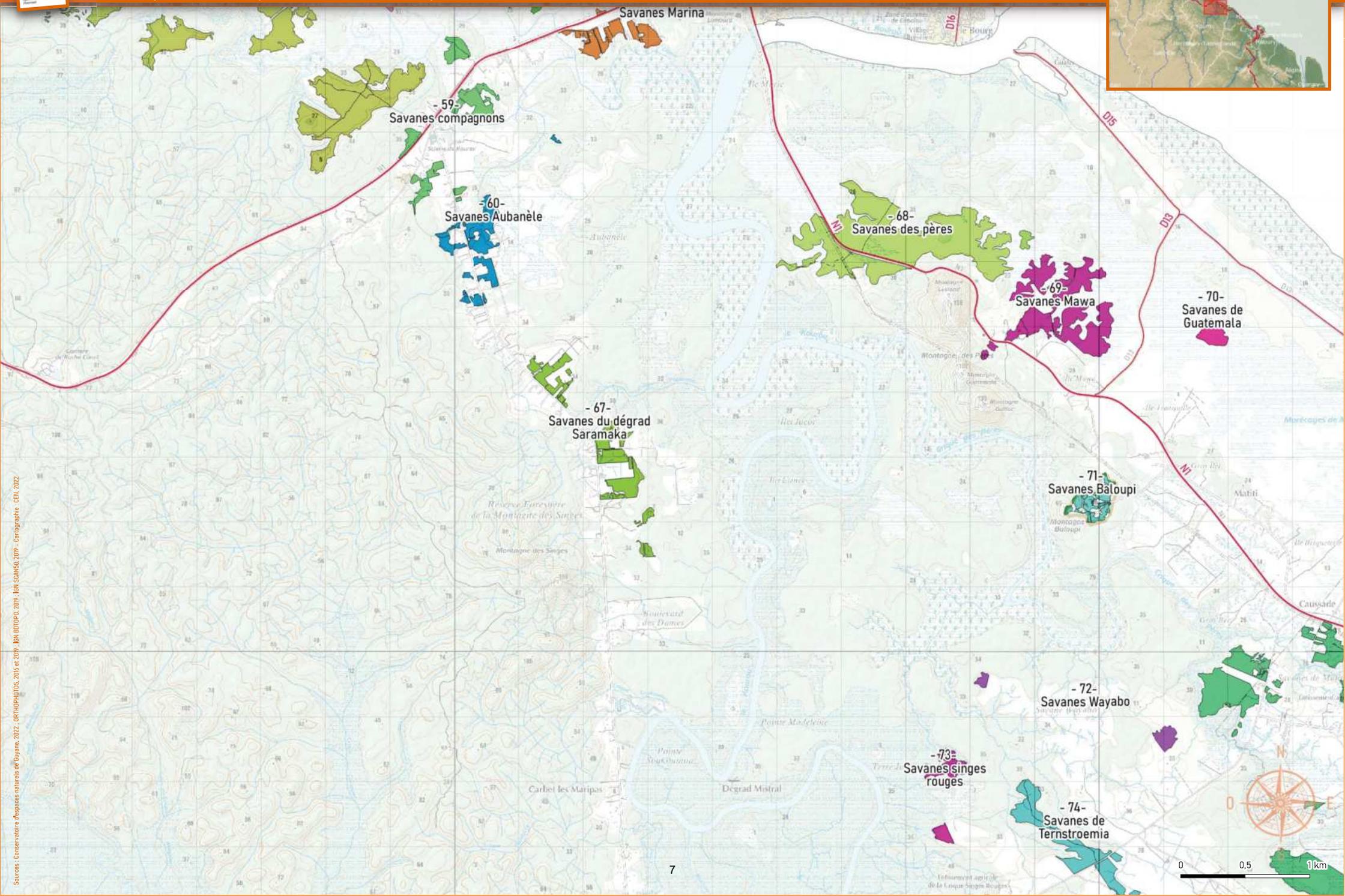
Sources : Conservatoire des espaces naturels de Guyane, 2022 ; OFP/HPI/HPI/OTIS, 2016 et 2019 ; IGN (BDTOPO, 2019 ; IGN SCAEG), 2019 ; Cartographie : CEI, 2022

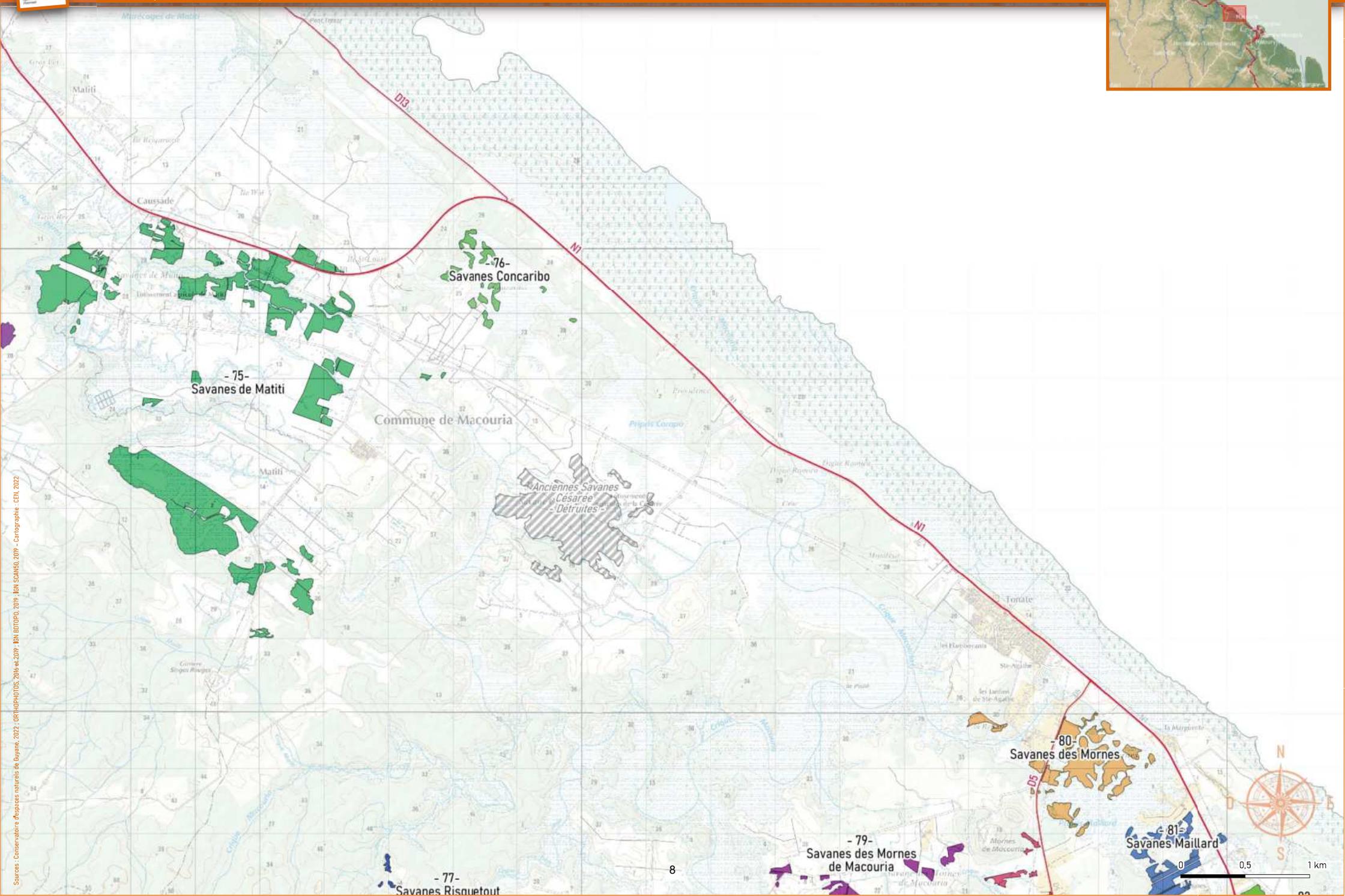


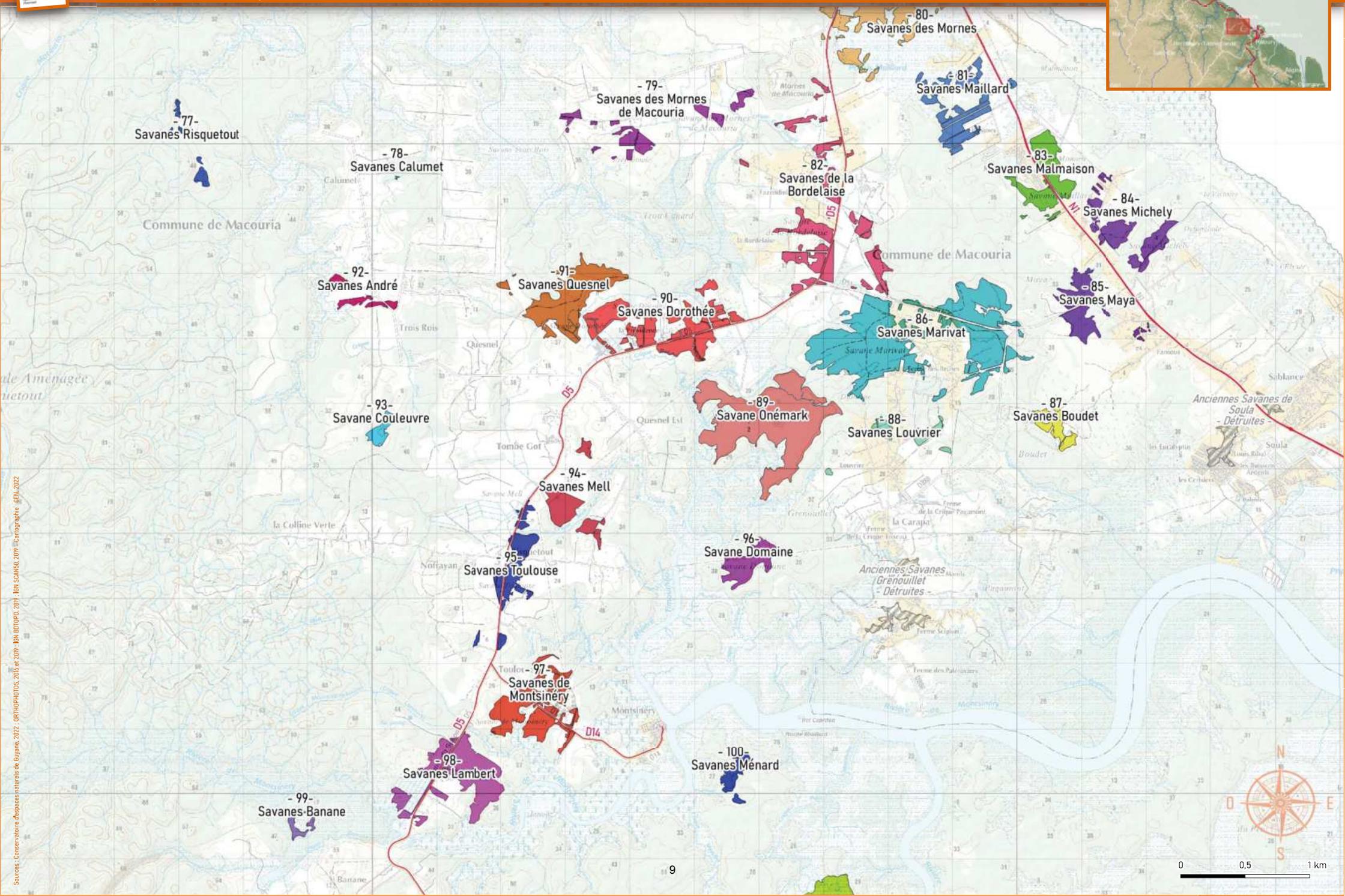
Sources : Conservatoire des espaces naturels de Guyane, 2022. ORCHID/PHOTOS, 2016 et 2019. IGN, 8/2010, 2019. IGN SCA450, 2019. Cartographie : CEH, 2022.











77- Savanes Risquetout

78- Savanes Calumet

79- Savanes des Mornes de Macouria

80- Savanes des Mornes

81- Savanes Maillard

83- Savanes Malmaison

84- Savanes Michely

92- Savanes André

91- Savanes Quesnel

82- Savanes de la Bordelaise

90- Savanes Dorothée

86- Savanes Marivat

85- Savanes Maya

93- Savane Coulevre

89- Savane Onémark

87- Savanes Boudet

94- Savanes Mell

95- Savanes Toulouse

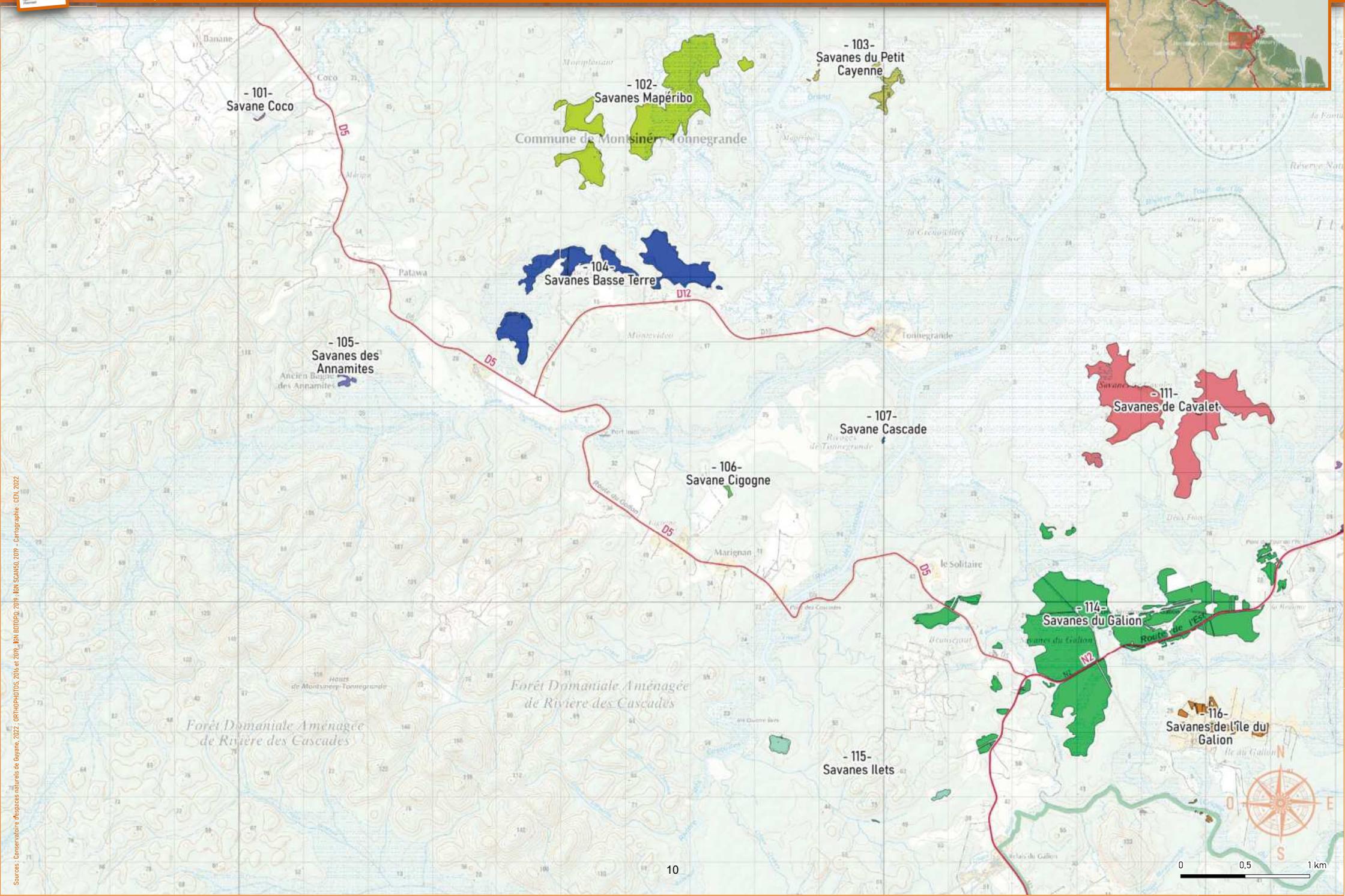
96- Savane Domaine

97- Savanes de Montsinéry

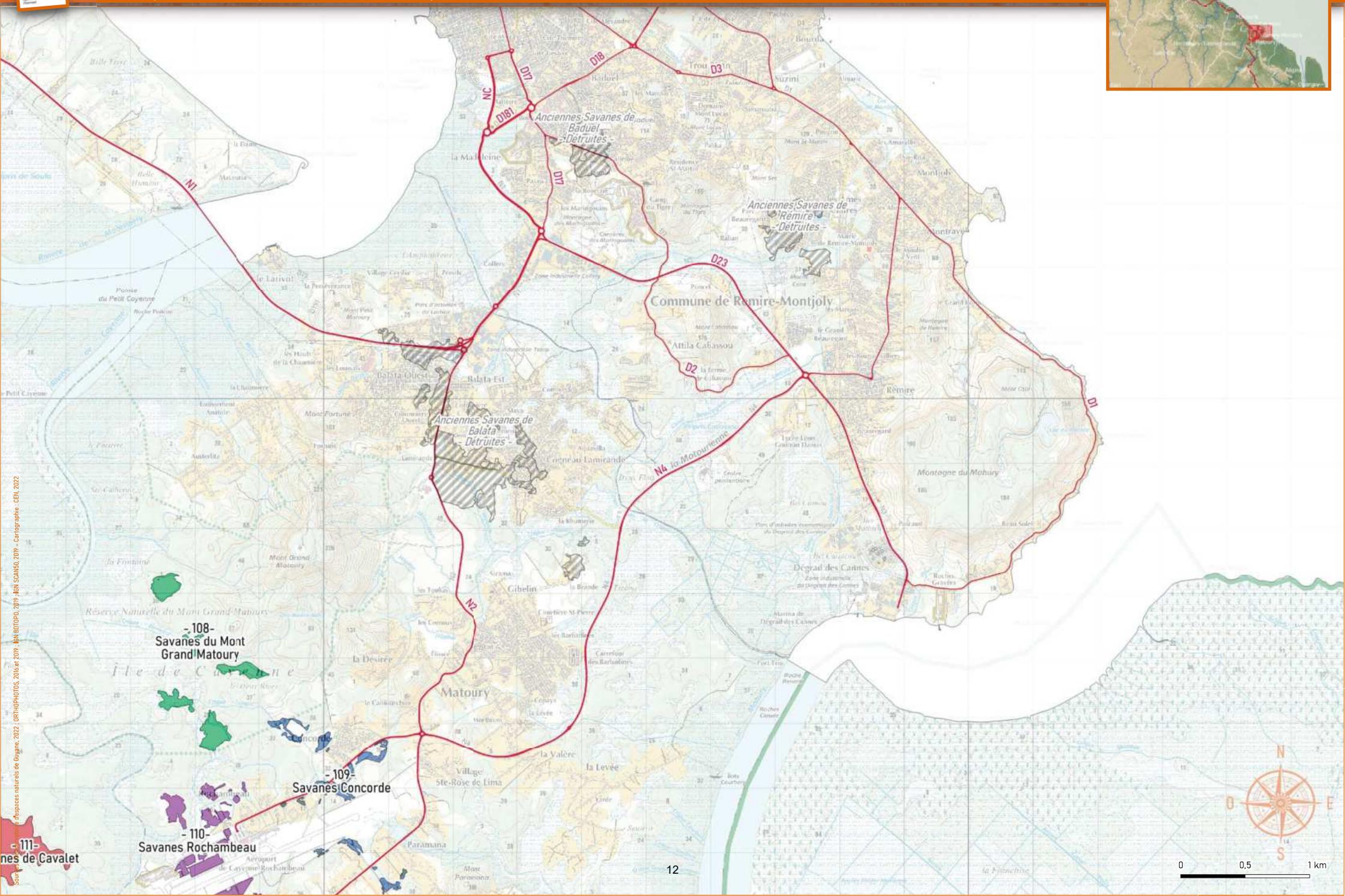
98- Savanes Lambert

100- Savanes Ménard

99- Savanes-Banane

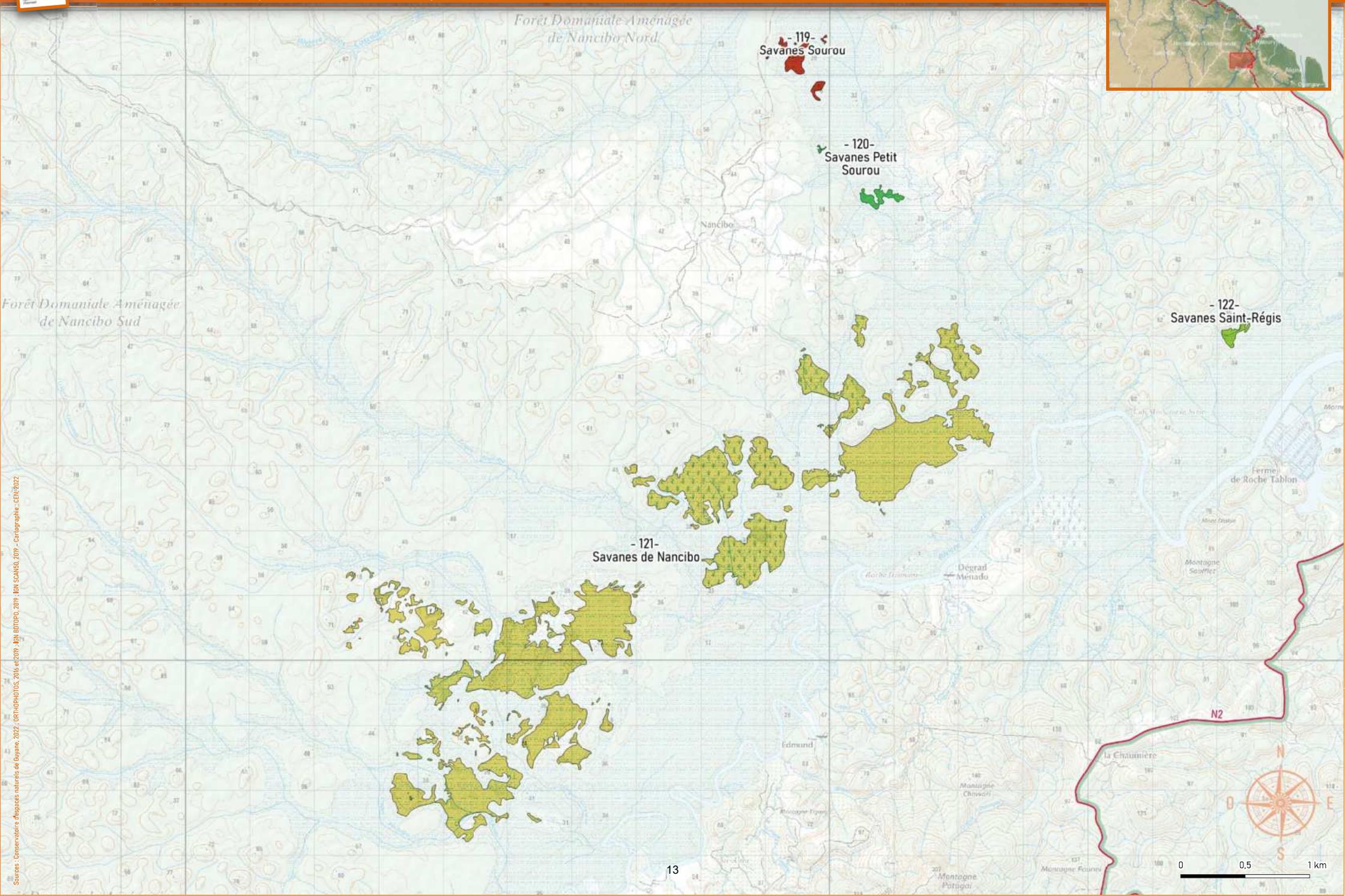


Sources: Conservatoire d'espaces naturels de Guyane, 2022 ; ORH/HPH/DOS, 2016 et 2019 ; IGN SCALGO, 2019 ; IGN SCALGO, 2019 ; Cartographie : CEI, 2022



Sources : IGN, photos aéroportuelles, données de terrain, données de la Direction Régionale de l'Environnement de Guyane, 2022. OCH/PHOTOS, 2016 et 2019. IGN, 807000, 2019. IGN SCA450, 2019. IGN SCA450, 2019. Cartographie : CEN, 2022.



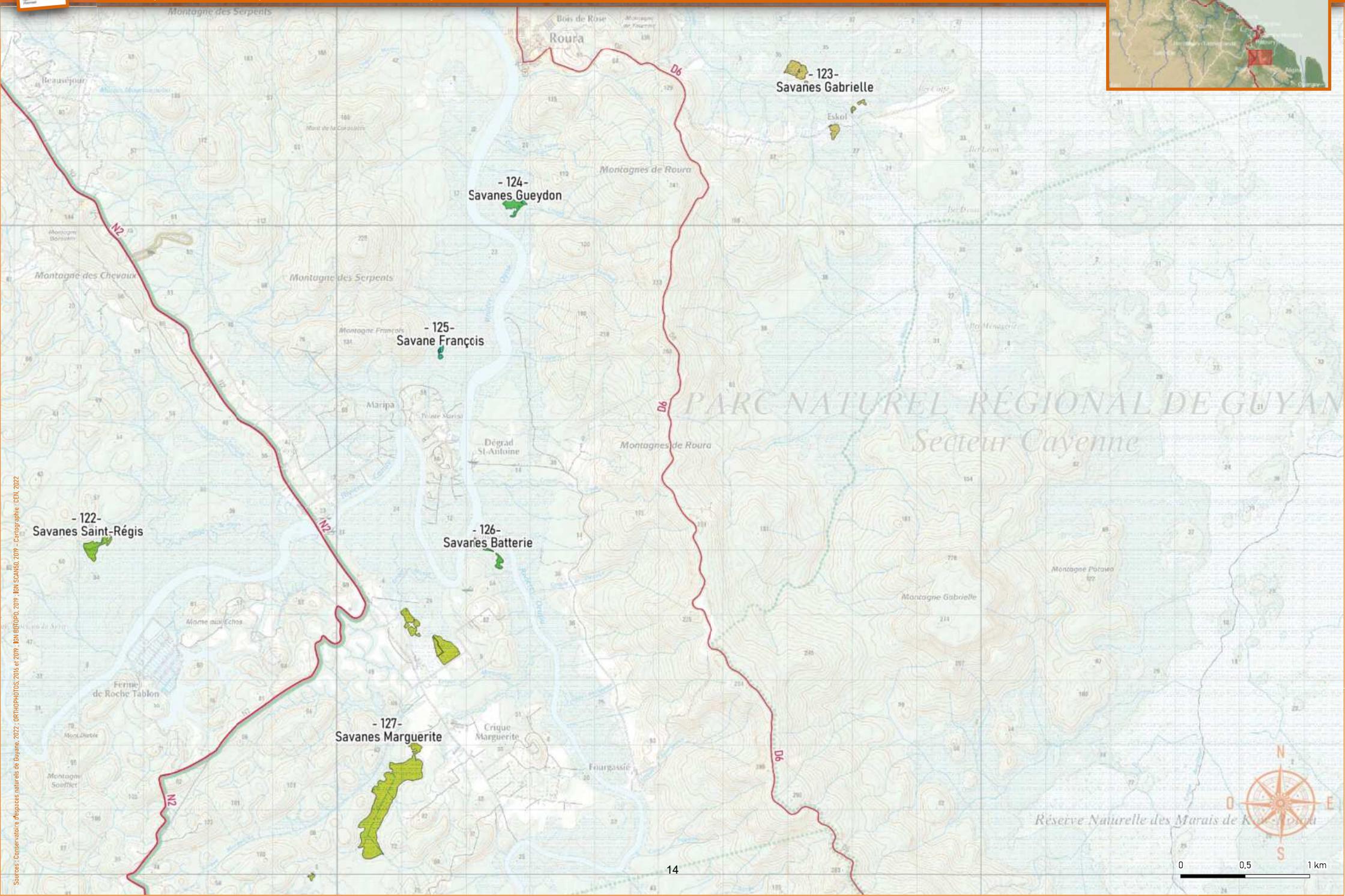


-119-
Savanes Sourou

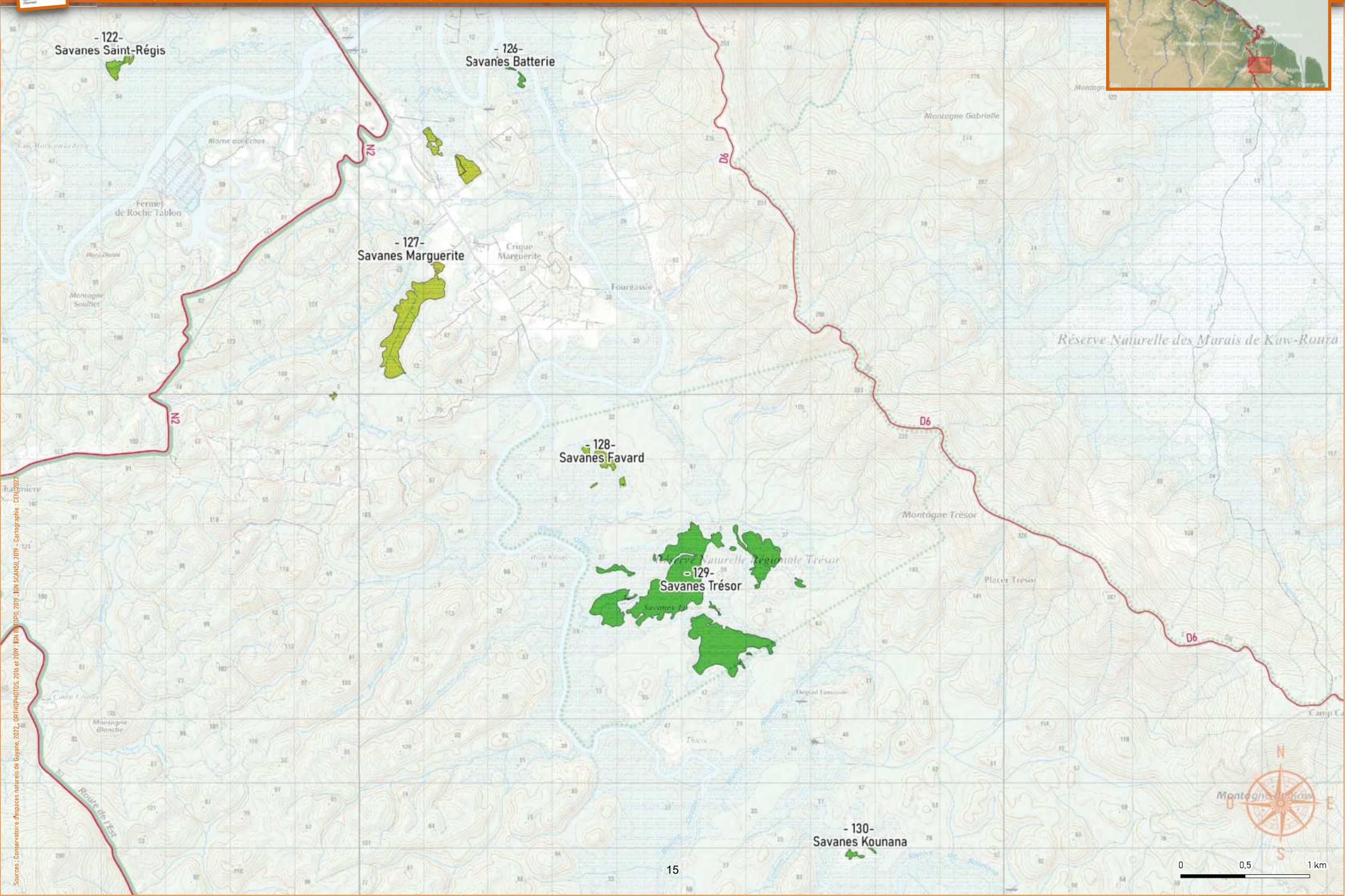
- 120-
Savanes Petit
Sourou

- 122-
Savanes Saint-Régis

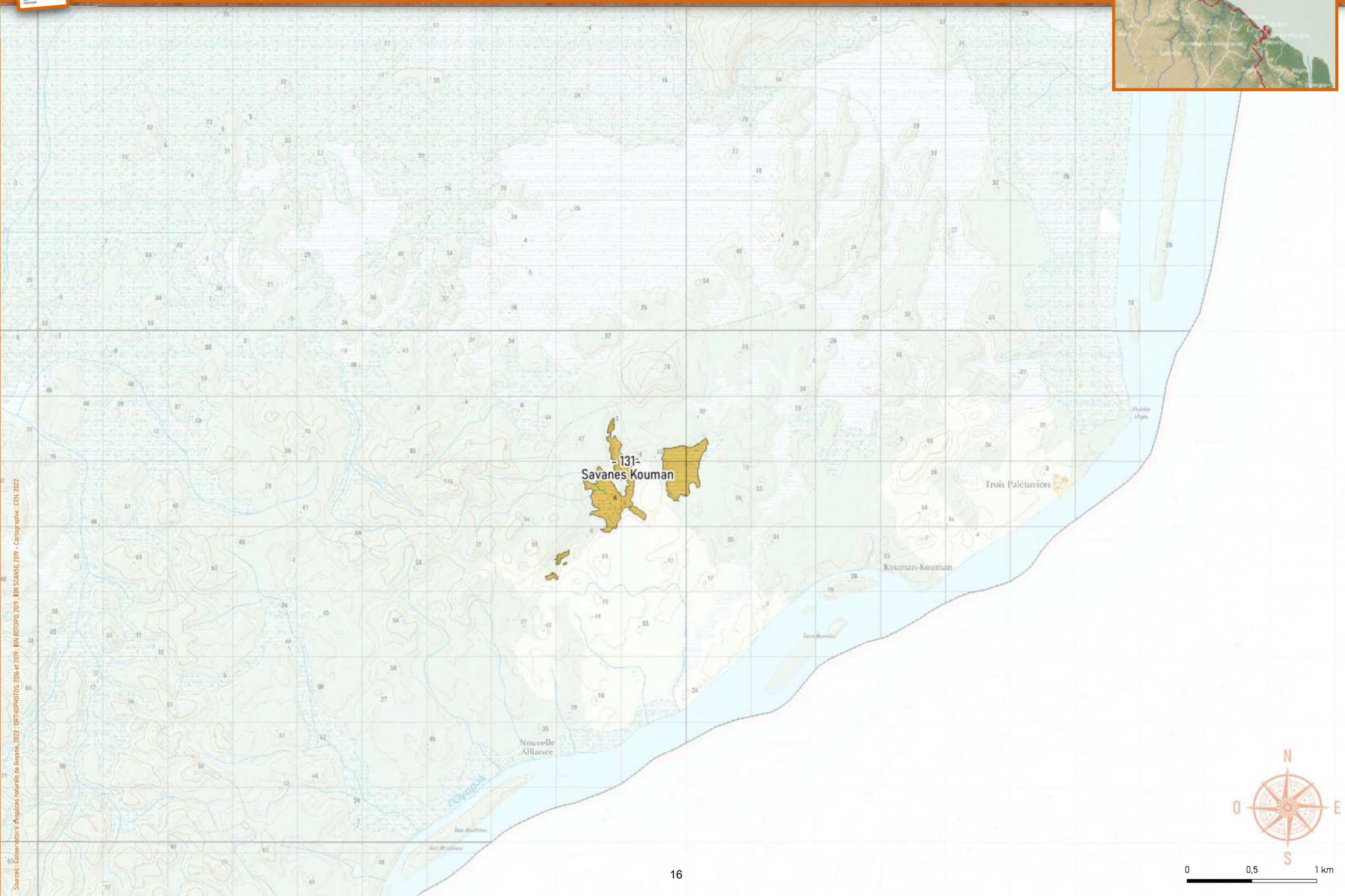
- 121-
Savanes de Nancibo



Sources : Conservatoire des espaces naturels de Guyane, 2022 ; ORH/PHOTO/OS, 2016 et 2019 ; IGN SCA/SD, 2019 ; IGN SCA/SD, 2019 ; Cartographie : CEI, 2022



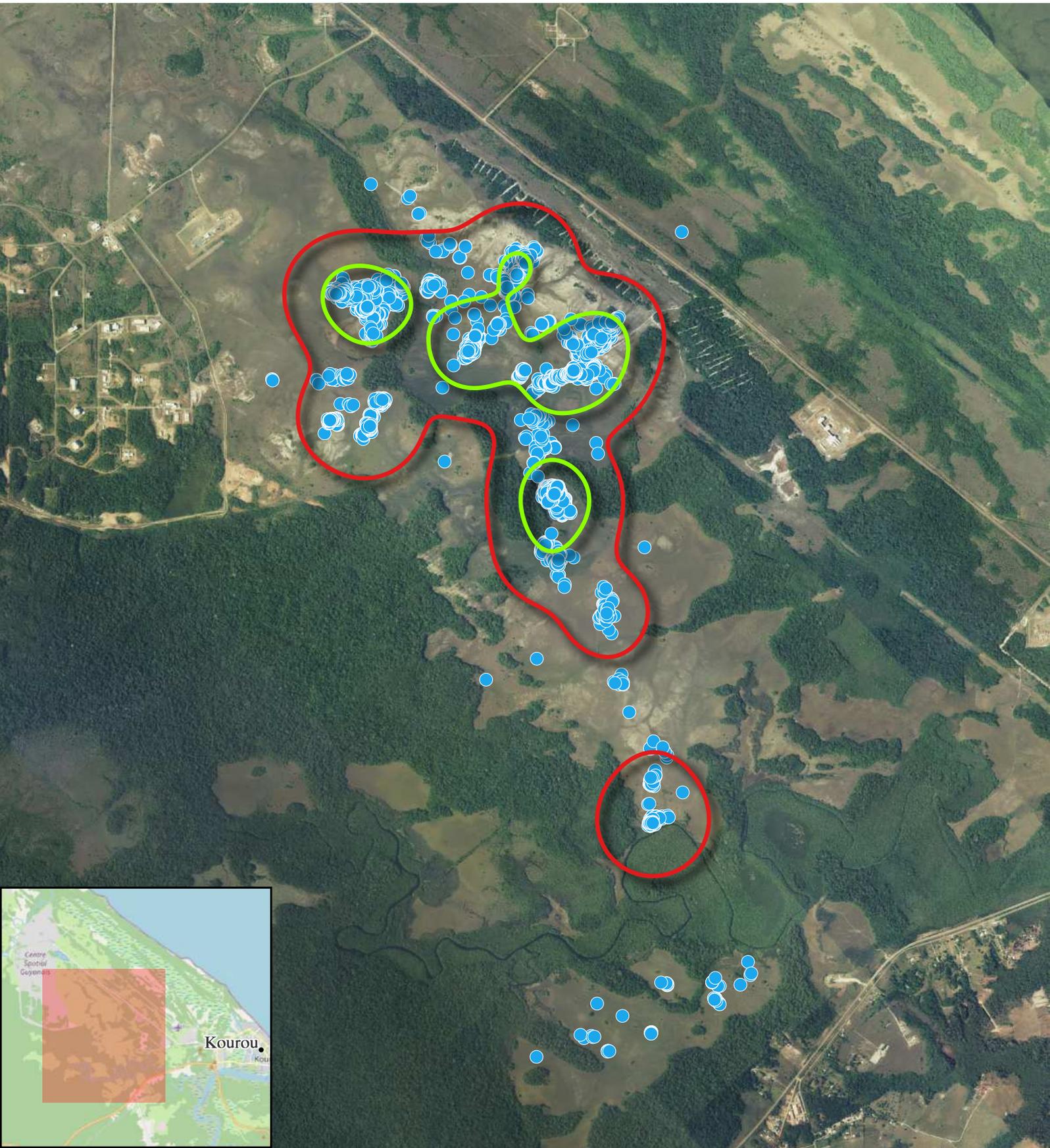
Sources : Conservatoire d'espaces naturels de Guyane, 2022, OCH/PHOTOS, 2016 et 2019, IGN, BIGNO, 2019, IGN SCA/SD, 2019 - Cartographie : CED 2022



Sources : Conservatoire d'espaces naturels de Guyane, 2022 ; DDT/DRH/DTSDS, 2016 et 2019 ; IGN, BD TOPO, 2019 ; IGN SCA450, 2019 ; Cartographie - CEI, 2022

Annexe 4 :
Représentation spatiale des domaines vitaux (HR) et
des noyaux d'activité des individus

Domaine vital de l'individu N°1 [FRP_FA63505]



Légende :

Individu N°1 [FRP_FA63505]

-  Zone principale 50% : 142,58 ha
-  Domaine vital 95% : 592,32 ha
-  Localisations (6591 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
21/12/2023 à 03:37

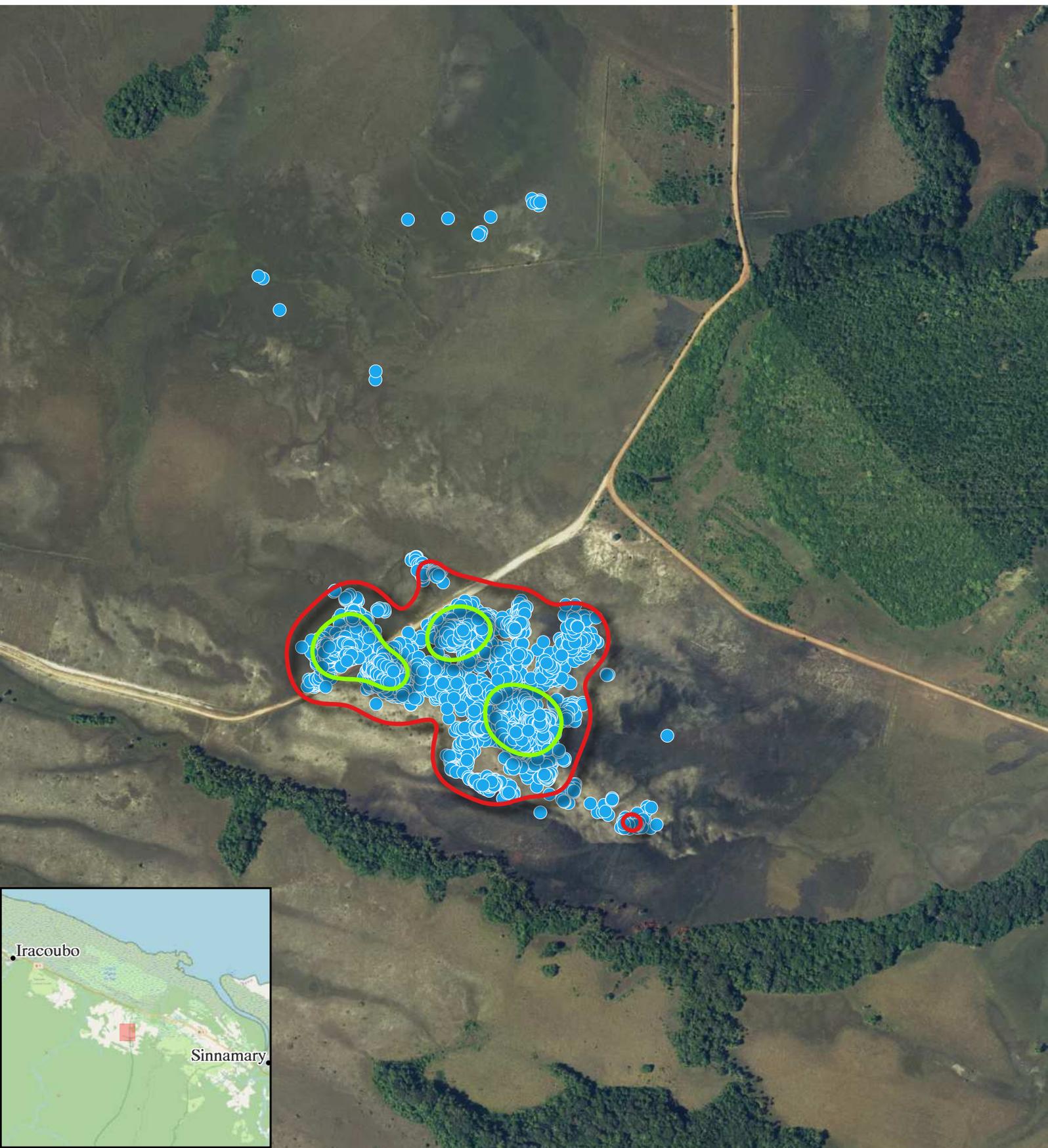
Fin de l'enregistrement :
13/08/2024 à 04:12

Nombre total de jours :
237

0 0,5 1 km



Domaine vital de l'individu N°2 [FRP_FA63508]



Légende :

Individu N°2 [FRP_FA63508]

-  Zone principale 50%: 3,04 ha
-  Domaine vital 95% : 13,17 ha
-  Localisations (6190 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
27/12/2023 à 23:56

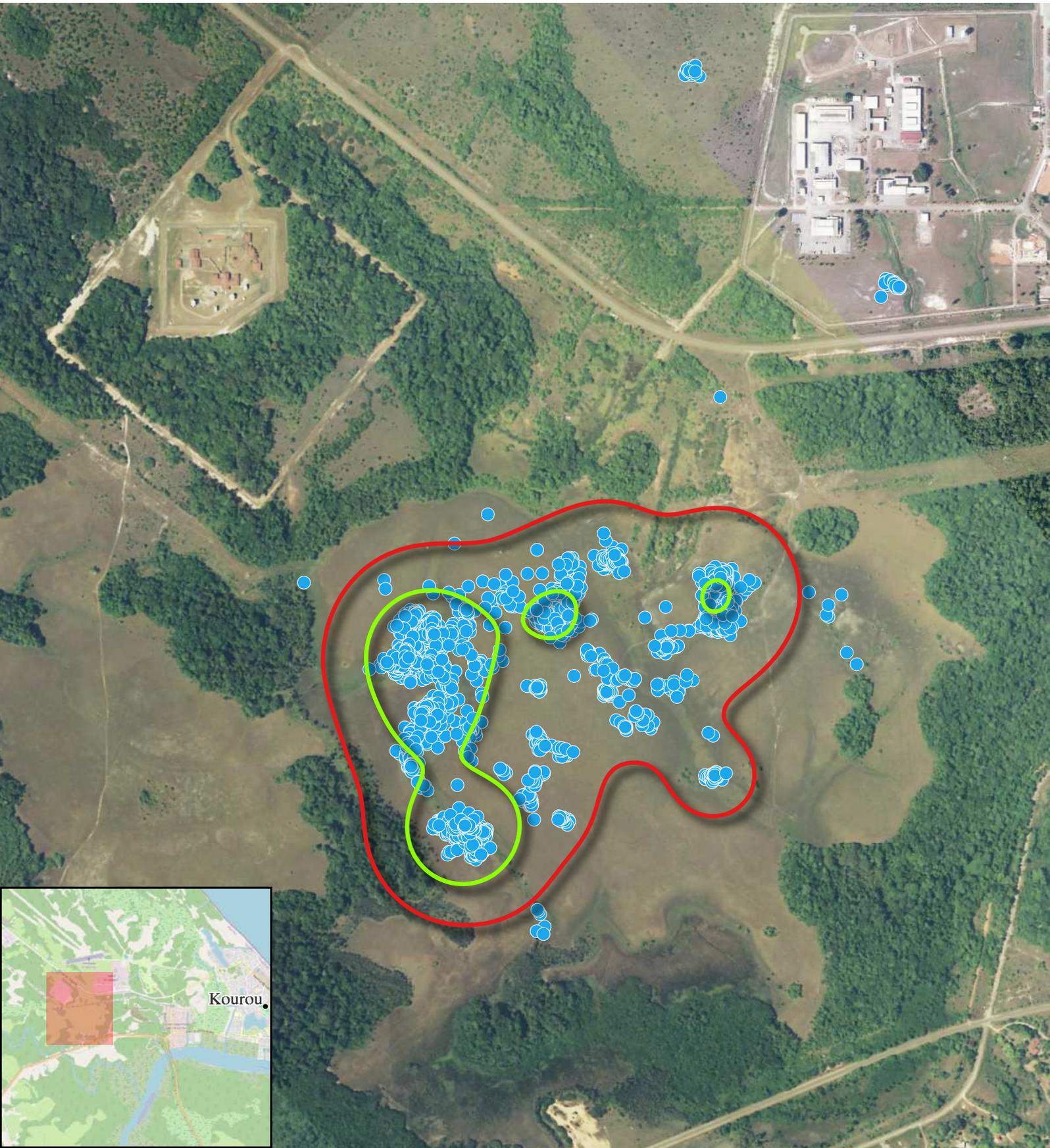
Fin de l'enregistrement :
20/03/2024 à 19:30

Nombre total de jours :
84

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°3 [FRP_FA63506]



Légende :

Individu N°3 [FRP_FA63506]

-  Zone principale 50% : 10,77 ha
-  Domaine vital 95% : 49,09 ha
-  Localisations (3154 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
30/12/2023 à 00:07

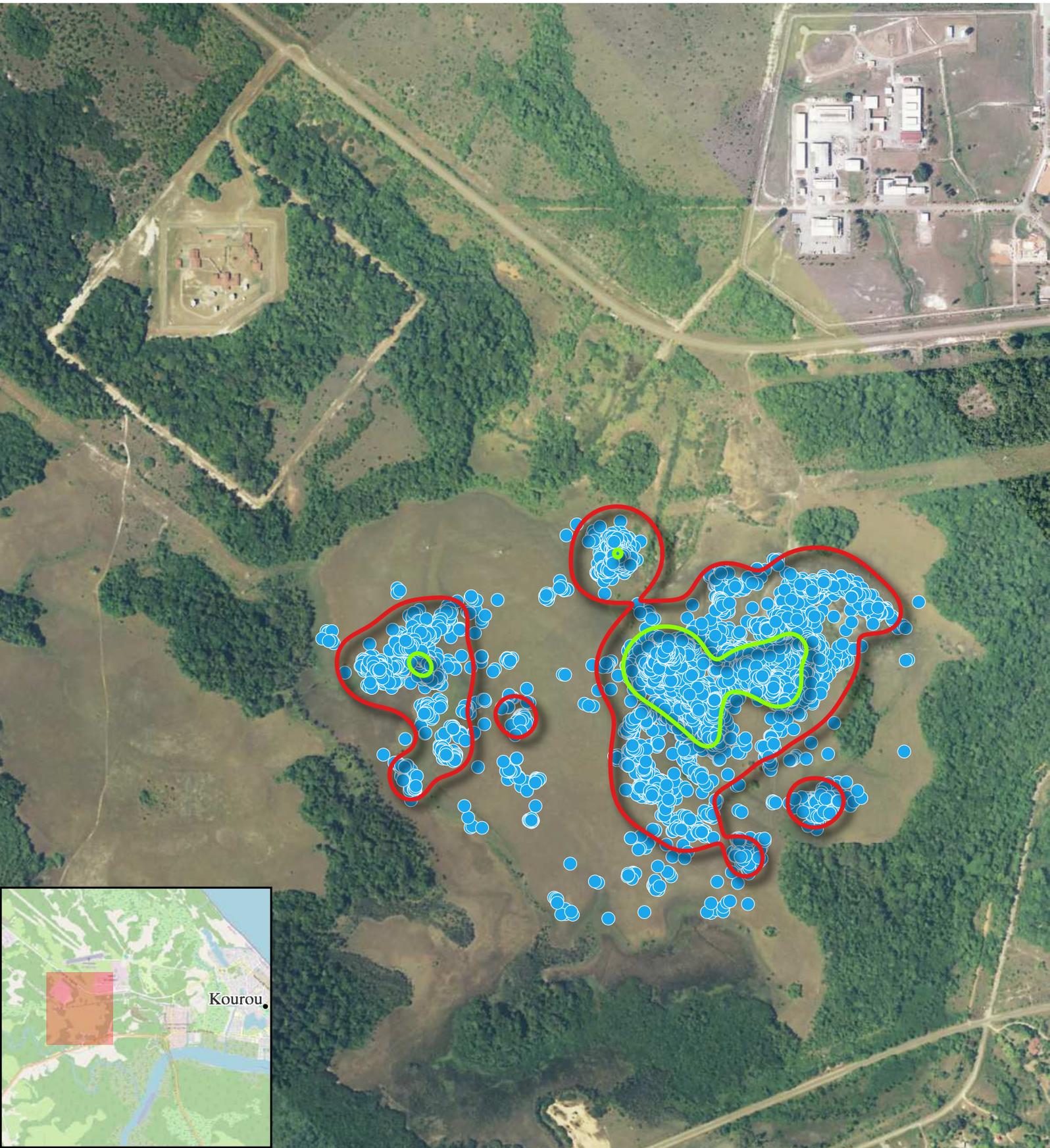
Fin de l'enregistrement :
11/04/2024 à 03:08

Nombre total de jours :
104

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°4 [FRP_FA63507]



Légende :

Individu N°4 [FRP_FA63507]

-  Zone principale 50% : 4,63 ha
-  Domaine vital 95% : 29,74 ha
-  Localisations (13762 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
29/12/2023 à 23:35

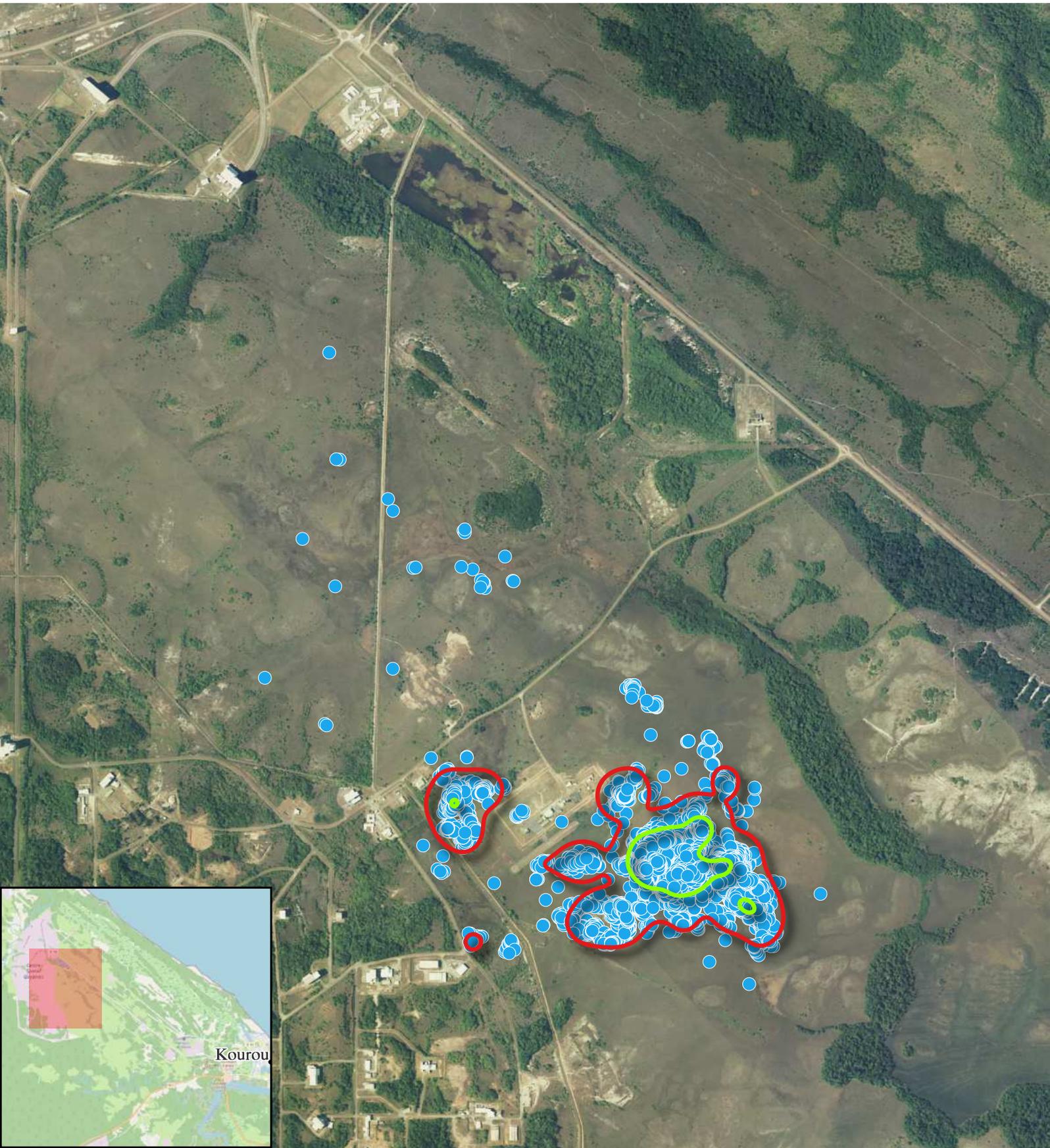
Fin de l'enregistrement :
21/07/2024 à 18:55

Nombre total de jours :
205

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°5 [FRP_FA63510]



Légende :

Individu N°5 [FRP_FA63510]

-  Zone principale 50% : 9,10 ha
-  Domaine vital 95% : 53,52 ha
-  Localisations (19227 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
31/12/2023 à 17:13

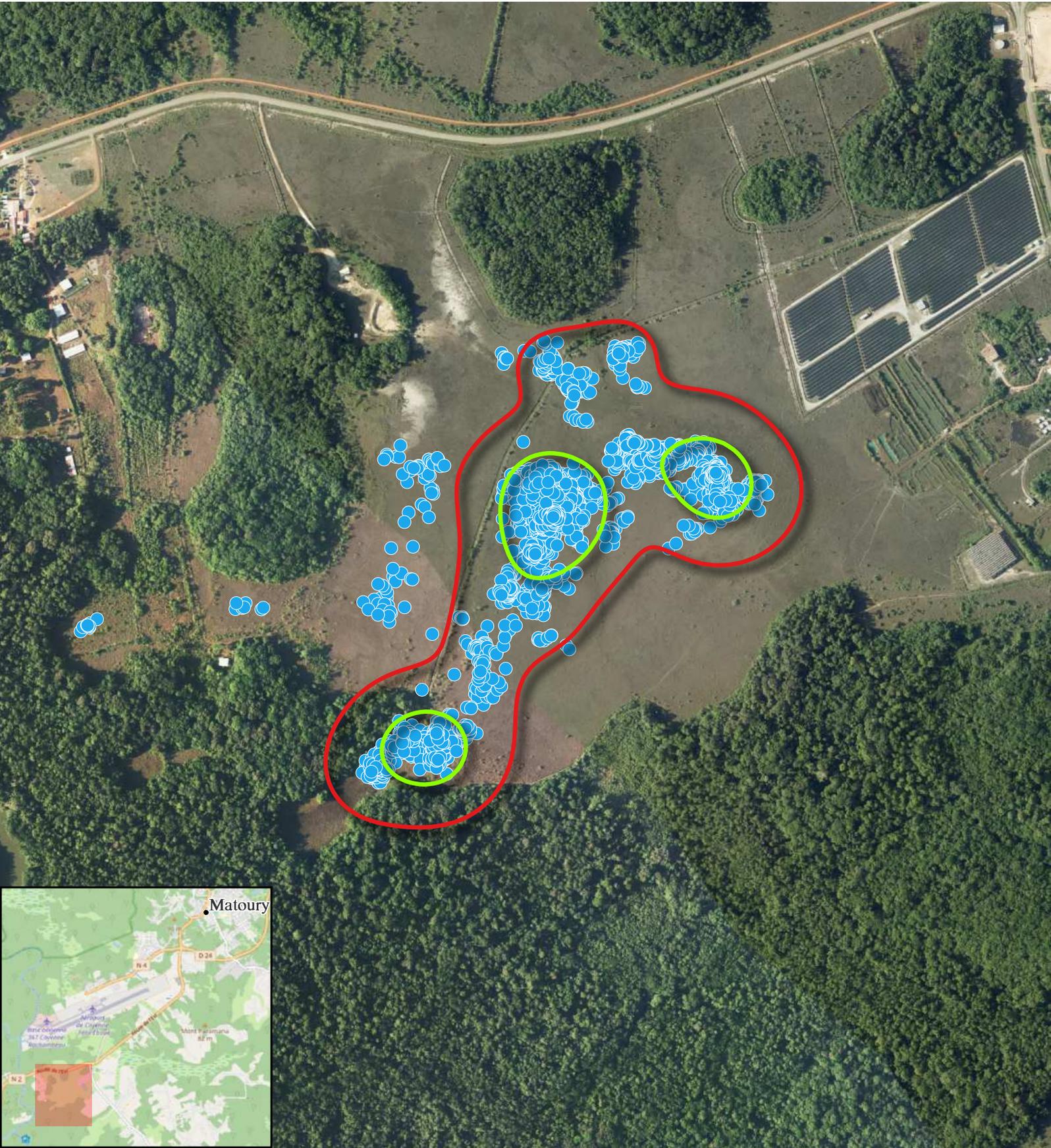
Fin de l'enregistrement :
13/10/2024 à 01:02

Nombre total de jours :
287

0 250 500 m



Domaine vital de l'individu N°7 [FRP_FA63513]



Légende :

Individu N°7 [FRP_FA63513]

-  Zone principale 50% : 5,46 ha
-  Domaine vital 95% : 26,98 ha
-  Localisations (6325 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
05/01/2024 à 01:18

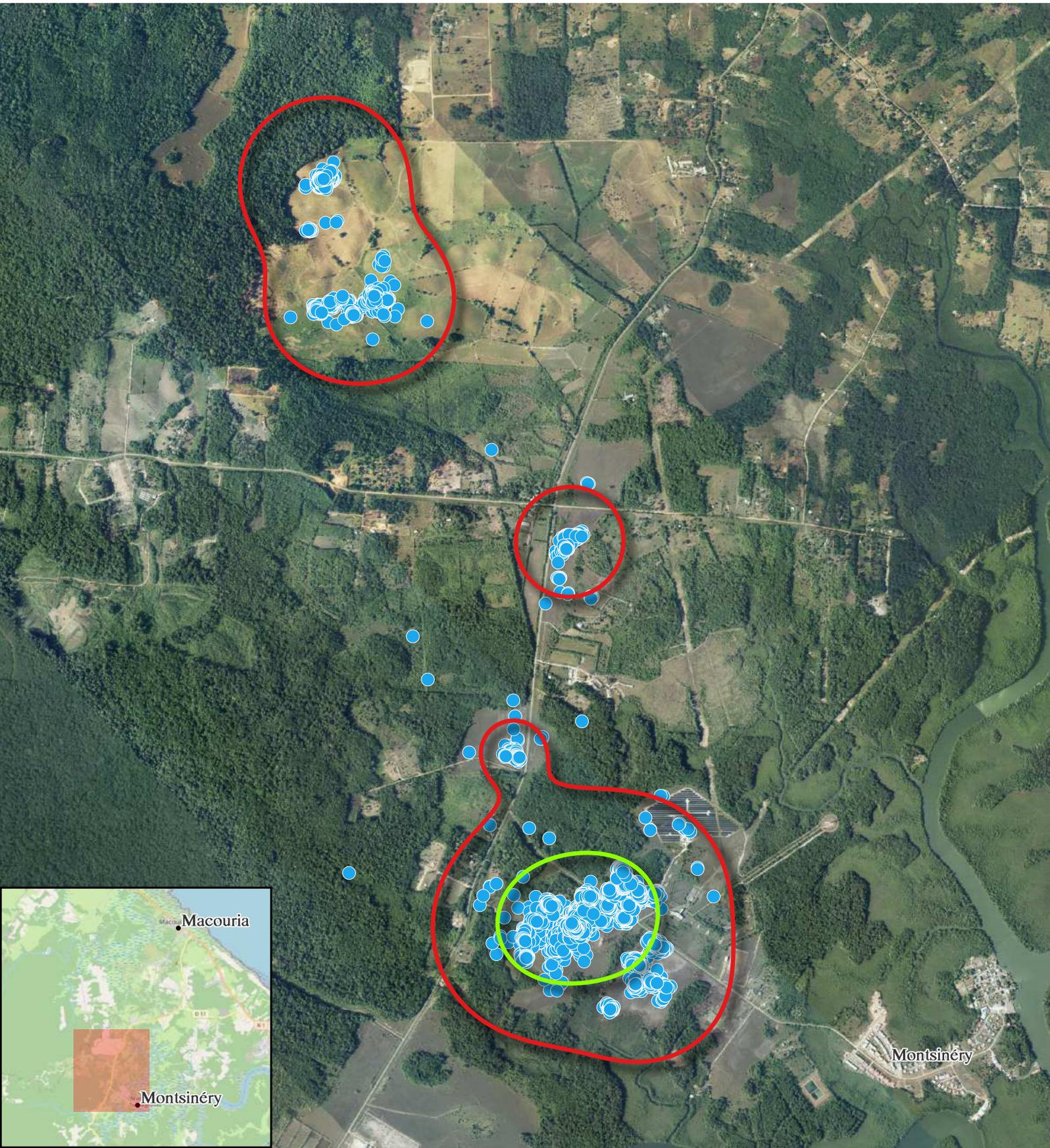
Fin de l'enregistrement :
26/06/2024 à 22:23

Nombre total de jours :
174

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°8 [FRP_FA63514]



Légende :

Individu N°8 [FRP_FA63514]

-  Zone principale 50% : 48,29 ha
-  Domaine vital 95% : 361,09 ha
-  Localisations (11419 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
11/01/2024 à 00:00

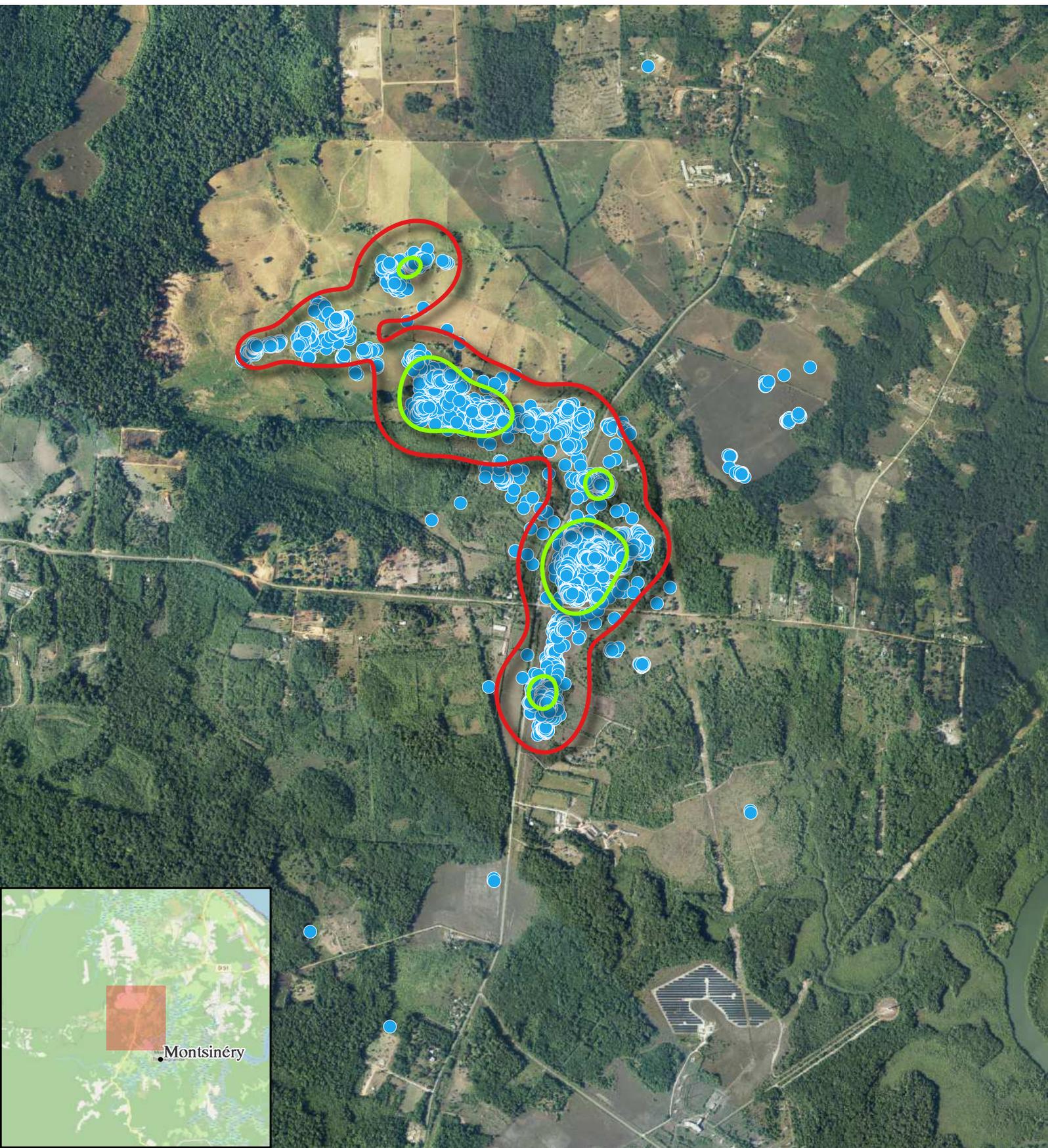
Fin de l'enregistrement :
06/04/2025 à 12:17

Nombre total de jours :
452

0 0,5 1 km



Domaine vital de l'individu N°9 [FRP_FA63516]



Légende :

Individu N°9 [FRP_FA63516]

-  Zone principale 50% : 24,15 ha
-  Domaine vital 95% : 121,83 ha
-  Localisations (19270 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
13/01/2024 à 00:32

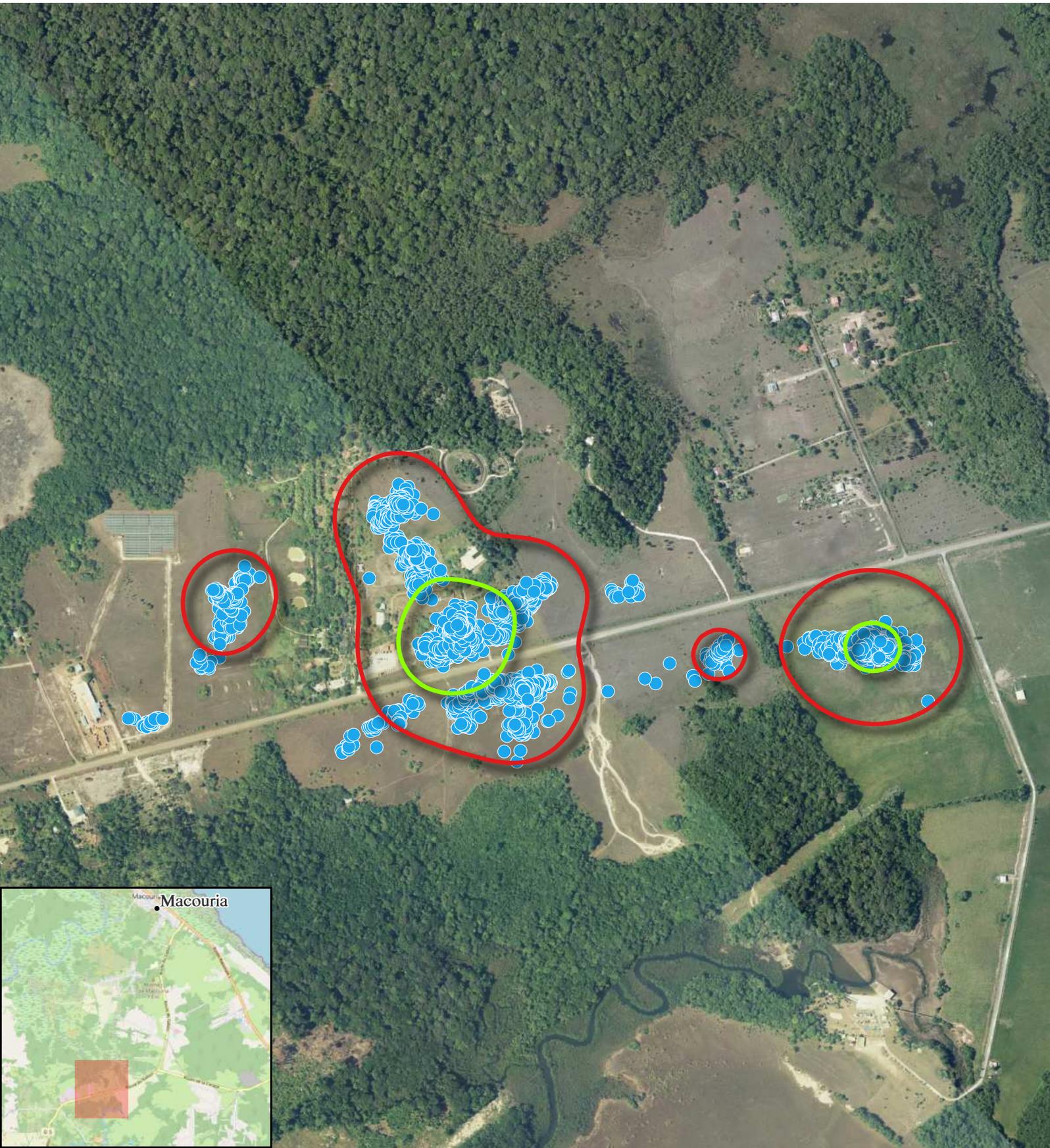
Fin de l'enregistrement :
07/04/2025 à 13:48

Nombre total de jours :
451

0 250 500 m



Domaine vital de l'individu N°10 [FRP_FA63517]



Légende :

Individu N°10 [FRP_FA63517]

-  Zone principale 50% : 4,37 ha
-  Domaine vital 95% : 29,78 ha
-  Localisations (11011 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
13/01/2024 à 01:38

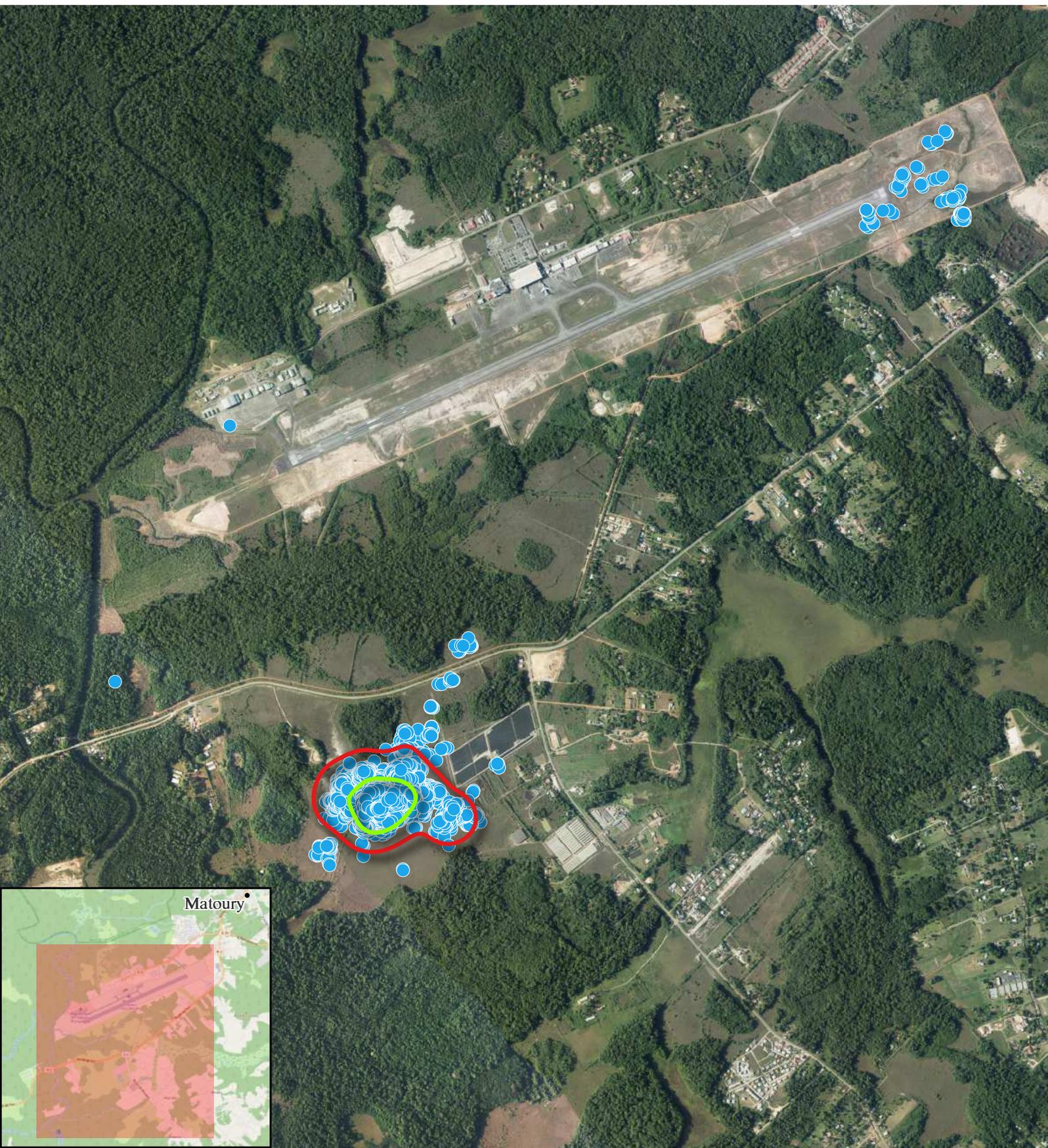
Fin de l'enregistrement :
04/06/2024 à 10:10

Nombre total de jours :
144

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°11 [FRP_FA63519]



Légende :

Individu N°11 [FRP_FA63519]

-  Zone principale 50% : 6,45 ha
-  Domaine vital 95% : 29,28 ha
-  Localisations (15950 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
09/03/2024 à 00:27

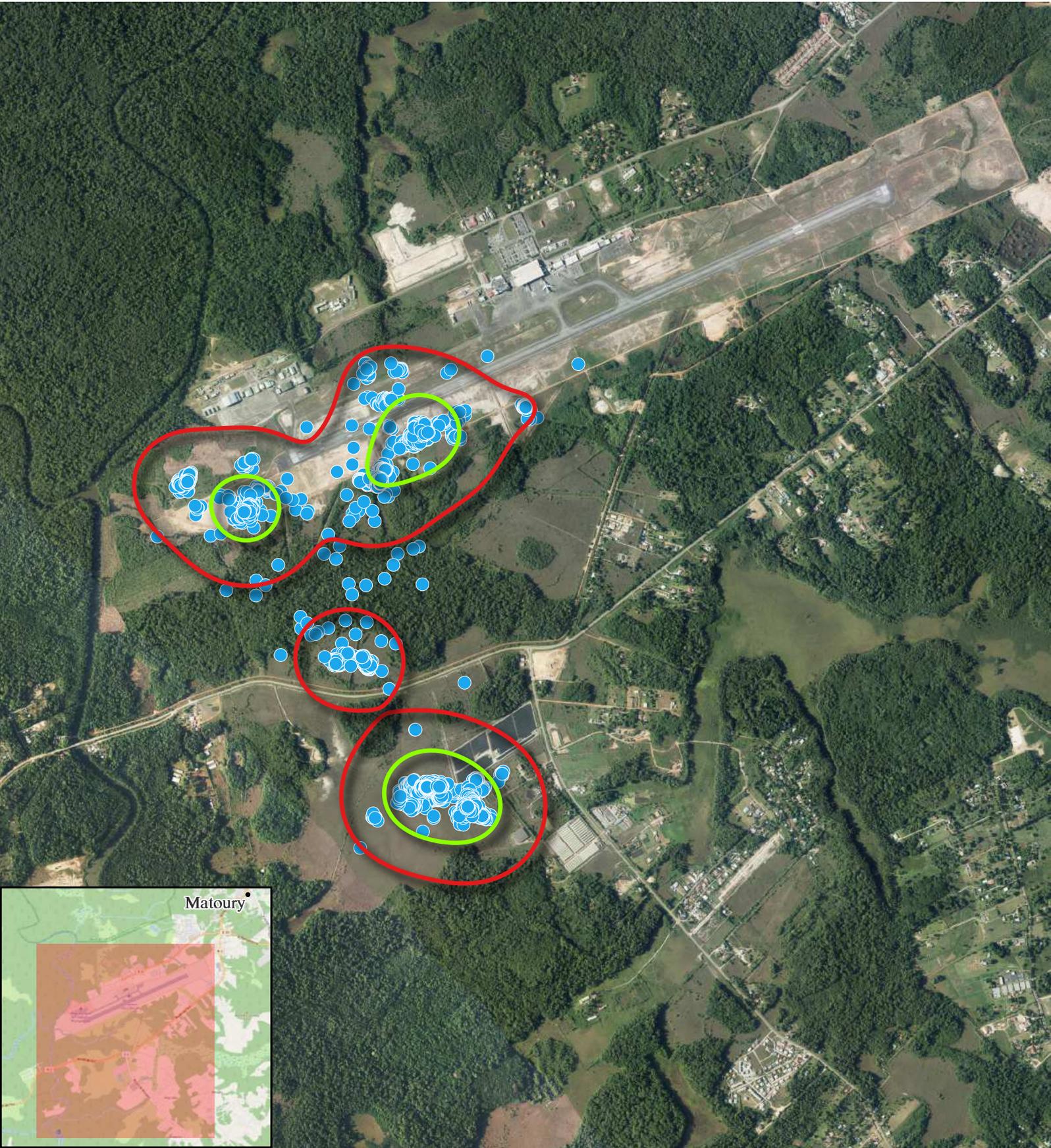
Fin de l'enregistrement :
13/10/2024 à 18:42

Nombre total de jours :
219

0 0,5 1 km



Domaine vital de l'individu N°12 [FRP_FA63520]



Légende :

Individu N°12 [FRP_FA63520]

-  Zone principale 50% : 42,59 ha
-  Domaine vital 95% : 215,88 ha
-  Localisations (5908 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
14/03/2024 à 00:35

Fin de l'enregistrement :
03/08/2024 à 07:26

Nombre total de jours :
143

0 0,5 1 km



Domaine vital de l'individu N°13 [FRP_FA63521]



Légende :

Individu N°13 [FRP_FA63521]

-  Zone principale 50% : 3,40 ha
-  Domaine vital 95% : 17,84 ha
-  Localisations (3014 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
14/03/2024 à 01:46

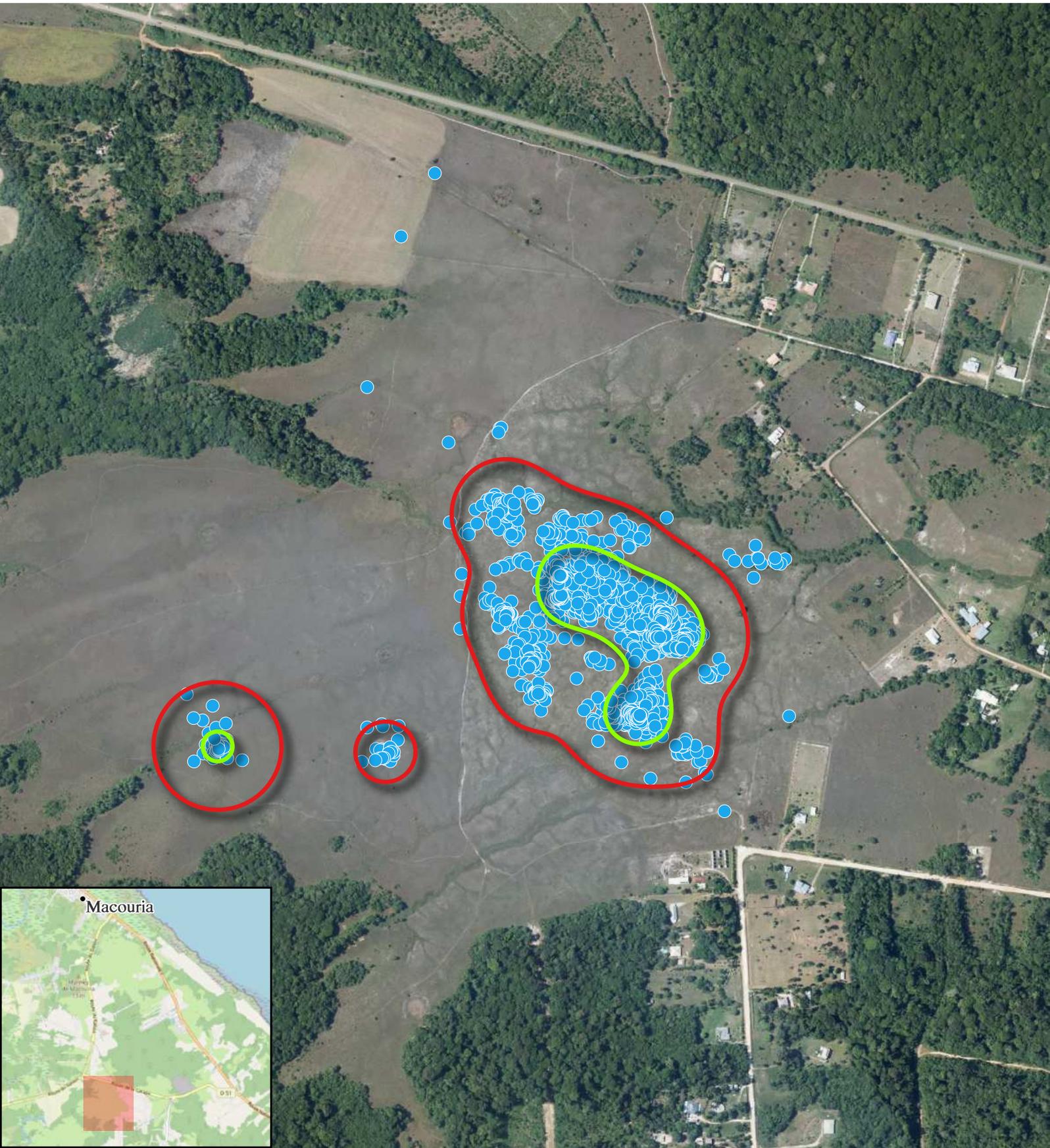
Fin de l'enregistrement :
17/04/2024 à 23:04

Nombre total de jours :
35

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°14 [FRP_FA63522]



Légende :

Individu N°14 [FRP_FA63522]

-  Zone principale 50% : 4,61 ha
-  Domaine vital 95% : 21,32 ha
-  Localisations (3115 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
16/03/2024 à 00:09

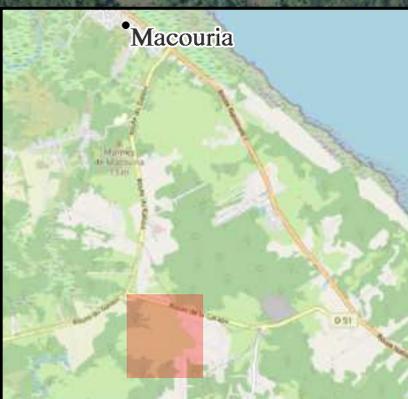
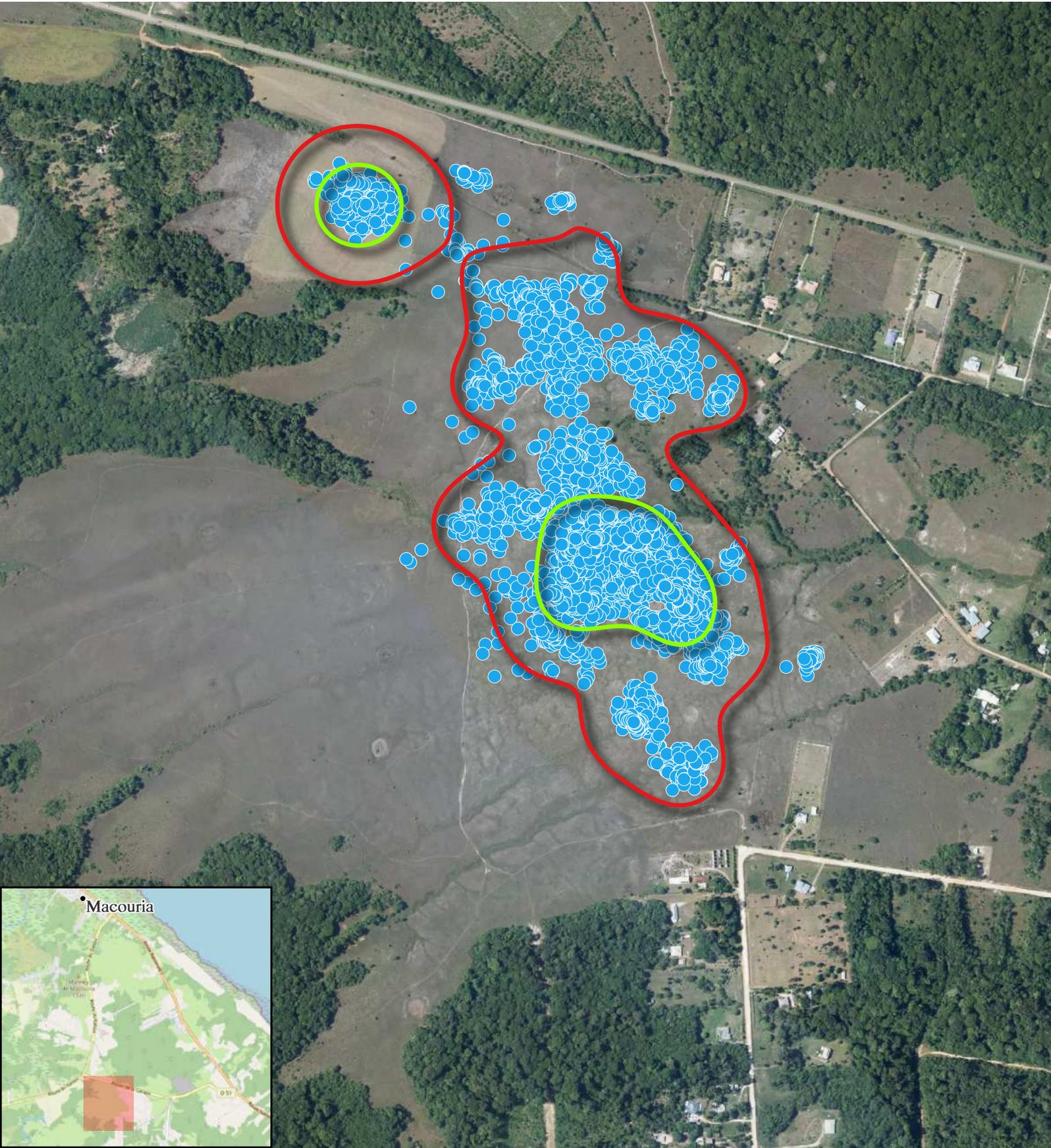
Fin de l'enregistrement :
24/04/2024 à 09:55

Nombre total de jours :
40

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°15 [FRP_FA63523]



Légende :

Individu N°15 [FRP_FA63523]

-  Zone principale 50% : 6,51 ha
-  Domaine vital 95% : 36,68 ha
-  Localisations (10704 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
16/03/2024 à 00:55

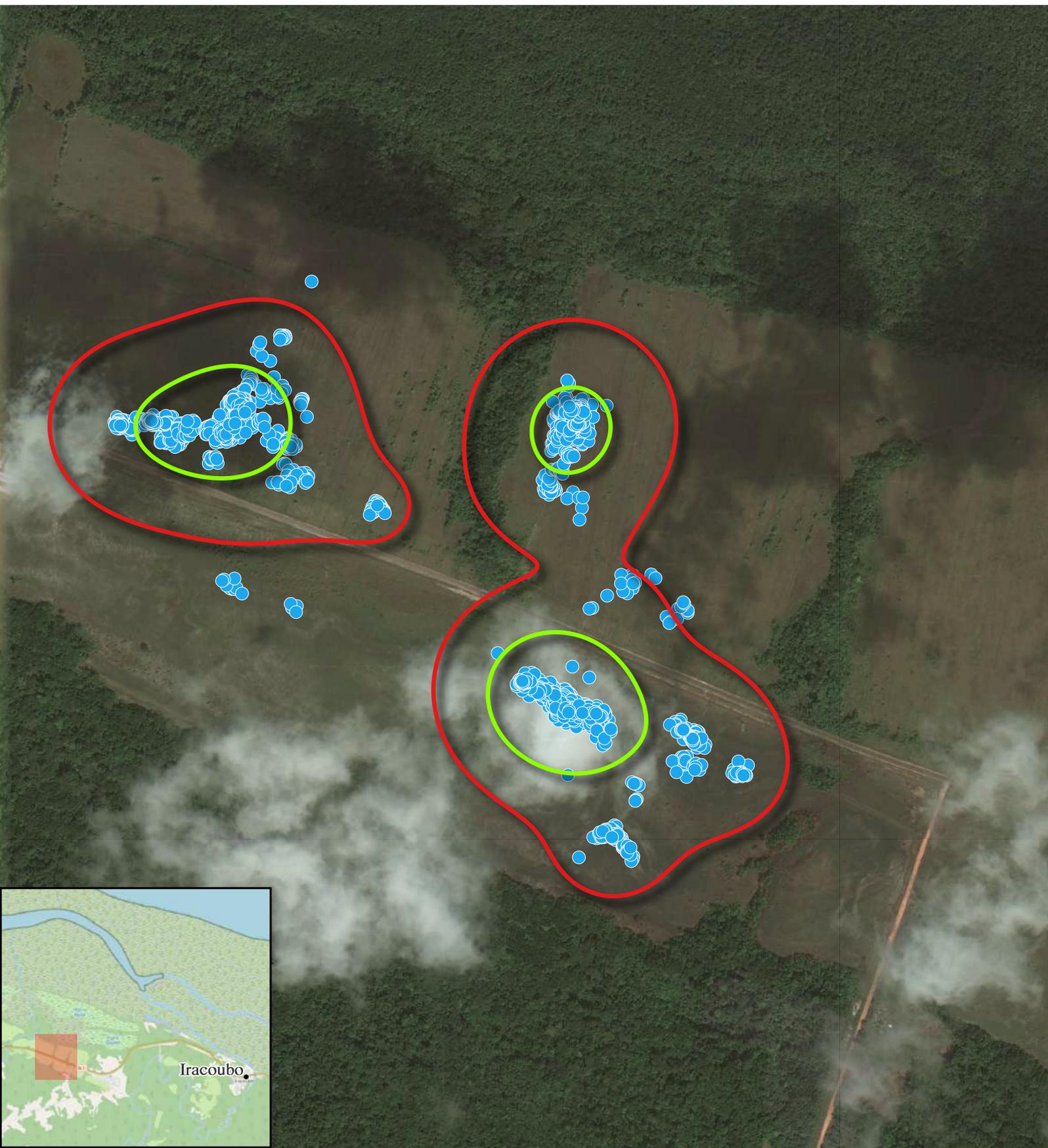
Fin de l'enregistrement :
16/07/2024 à 11:59

Nombre total de jours :
123

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°16 [FRP_FA63524]



Légende :

Individu N°16 [FRP_FA63524]

-  Zone principale 50% : 11,80 ha
-  Domaine vital 95% : 60,82 ha
-  Localisations (3194 points)

Google Satellite

Début de l'enregistrement :
23/03/2024 à 01:56

Fin de l'enregistrement :
16/07/2024 à 11:56

Nombre total de jours :
116

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°17 [FRP_FA63525]



Légende :

Individu N°17 [FRP_FA63525]

-  Zone principale 50% : 0,37 ha
-  Domaine vital 95% : 4,70 ha
-  Localisations (418 points)

Google Satellite

Début de l'enregistrement :
24/03/2024 à 00:27

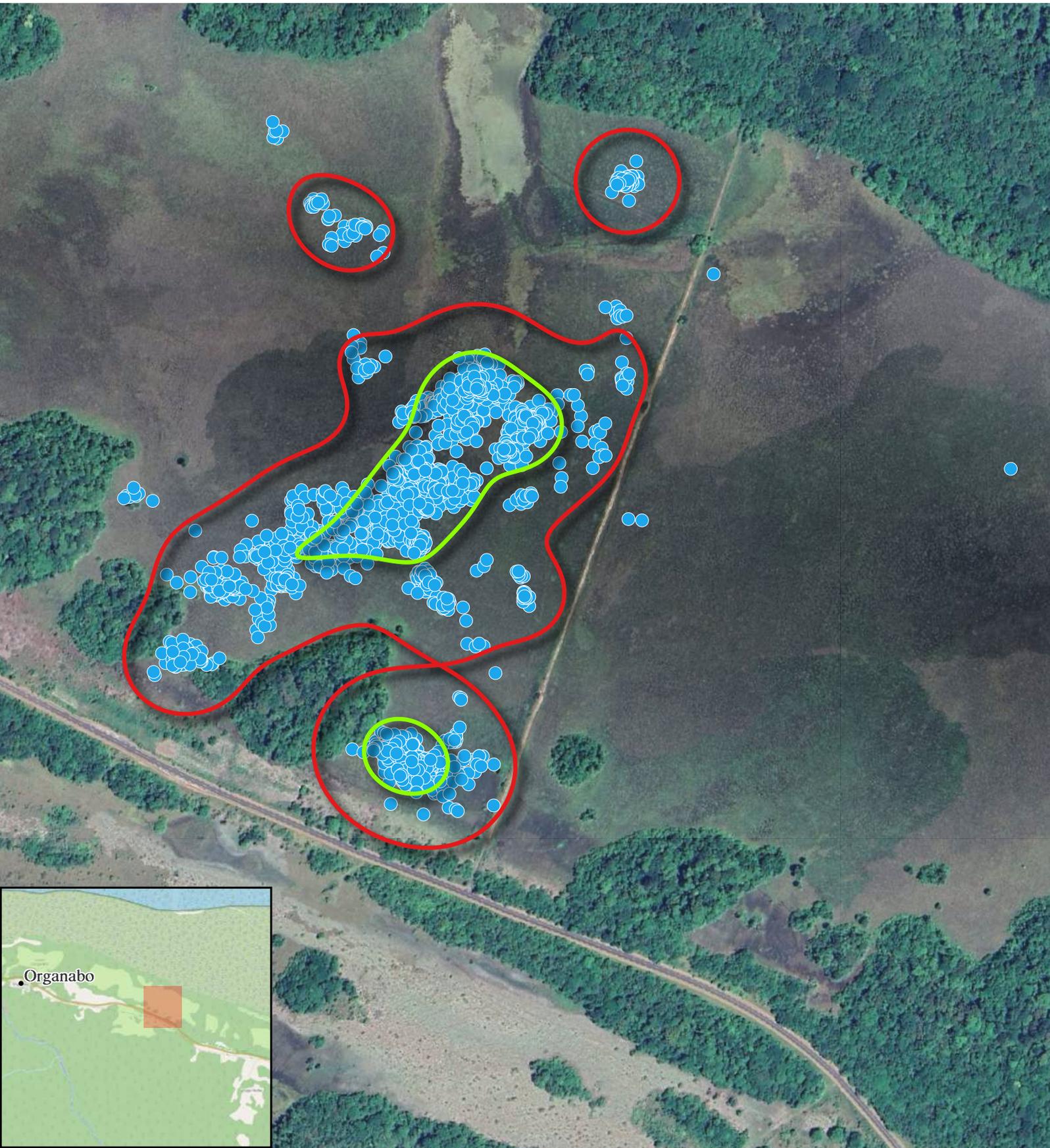
Fin de l'enregistrement :
05/04/2024 à 14:30

Nombre total de jours :
13

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°18 [FRP_FA63526]



Légende :

Individu N°18 [FRP_FA63526]

-  Zone principale 50% : 3,57 ha
-  Domaine vital 95% : 18,59 ha
-  Localisations (2509 points)

Google Satellite

Début de l'enregistrement :
24/03/2024 à 01:22

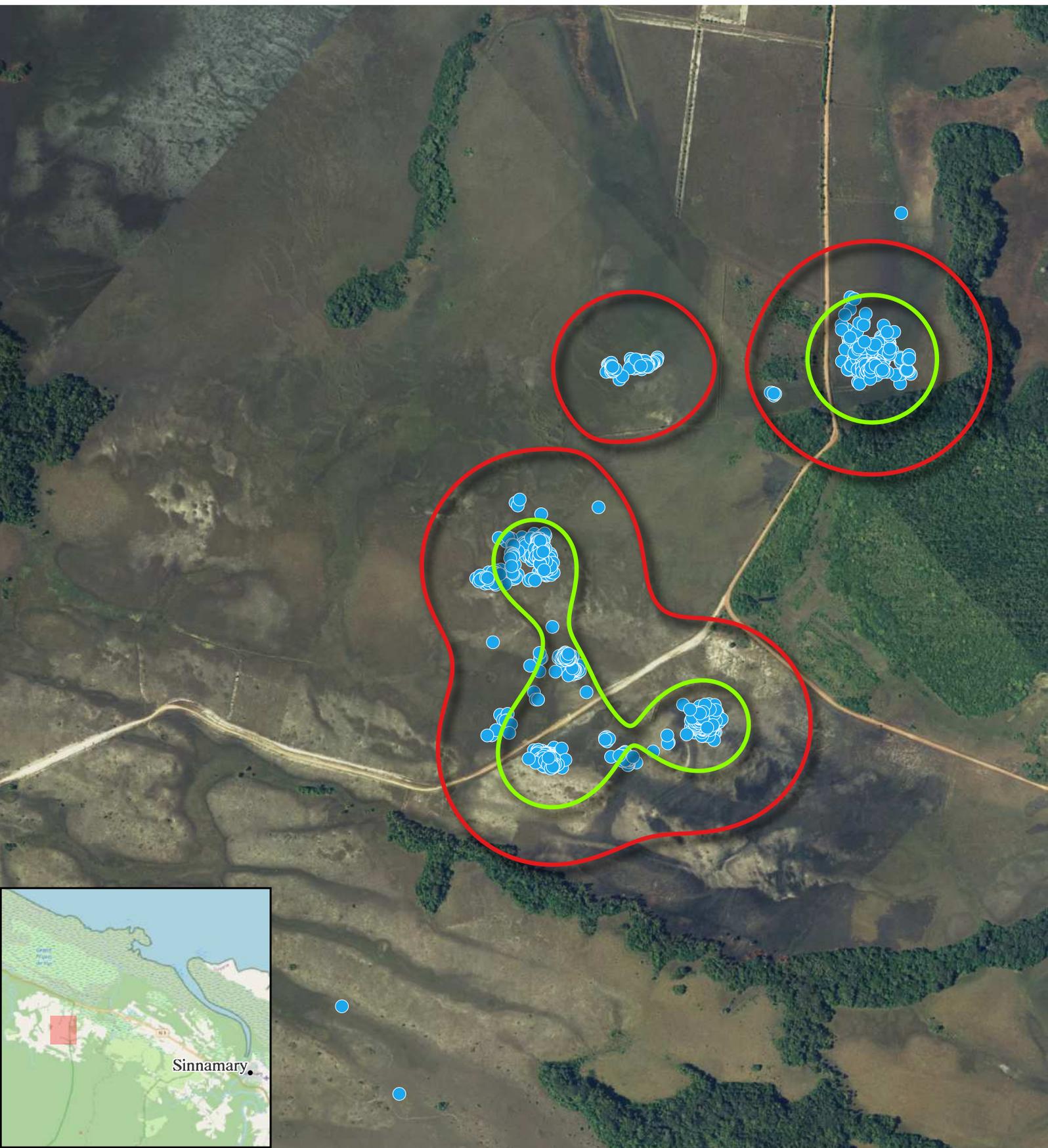
Fin de l'enregistrement :
13/08/2024 à 20:11

Nombre total de jours :
143

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°19 [FRP_FA63527]



Légende :

Individu N°19 [FRP_FA63527]

-  Zone principale 50% : 17,94 ha
-  Domaine vital 95% : 72,38 ha
-  Localisations (1626 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
24/03/2024 à 02:59

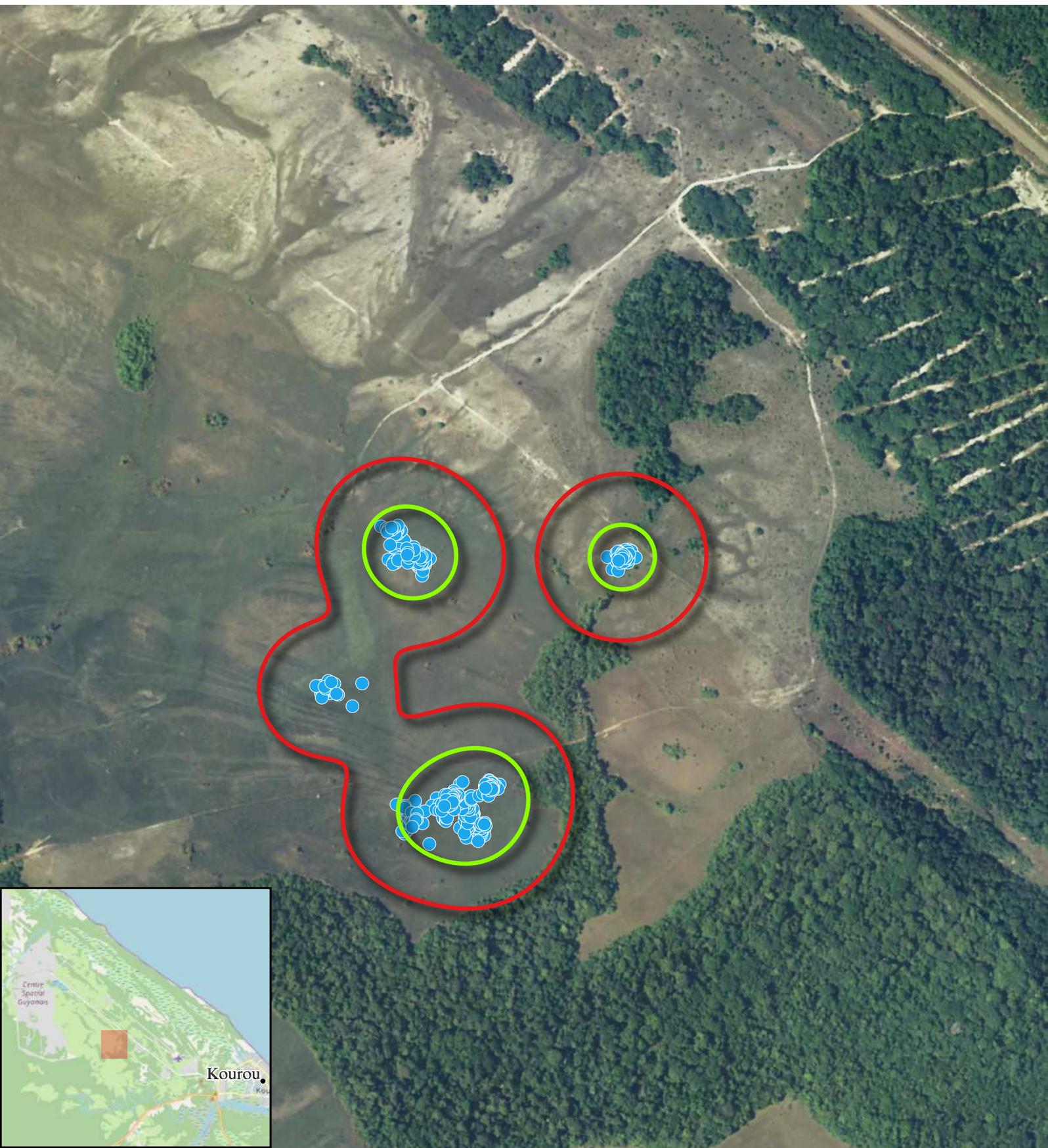
Fin de l'enregistrement :
26/04/2024 à 11:31

Nombre total de jours :
34

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°20 [FRP_FA63528]



Légende :

Individu N°20 [FRP_FA63528]

-  Zone principale 50% : 5,13 ha
-  Domaine vital 95% : 24,35 ha
-  Localisations (575 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
30/04/2024 à 01:06

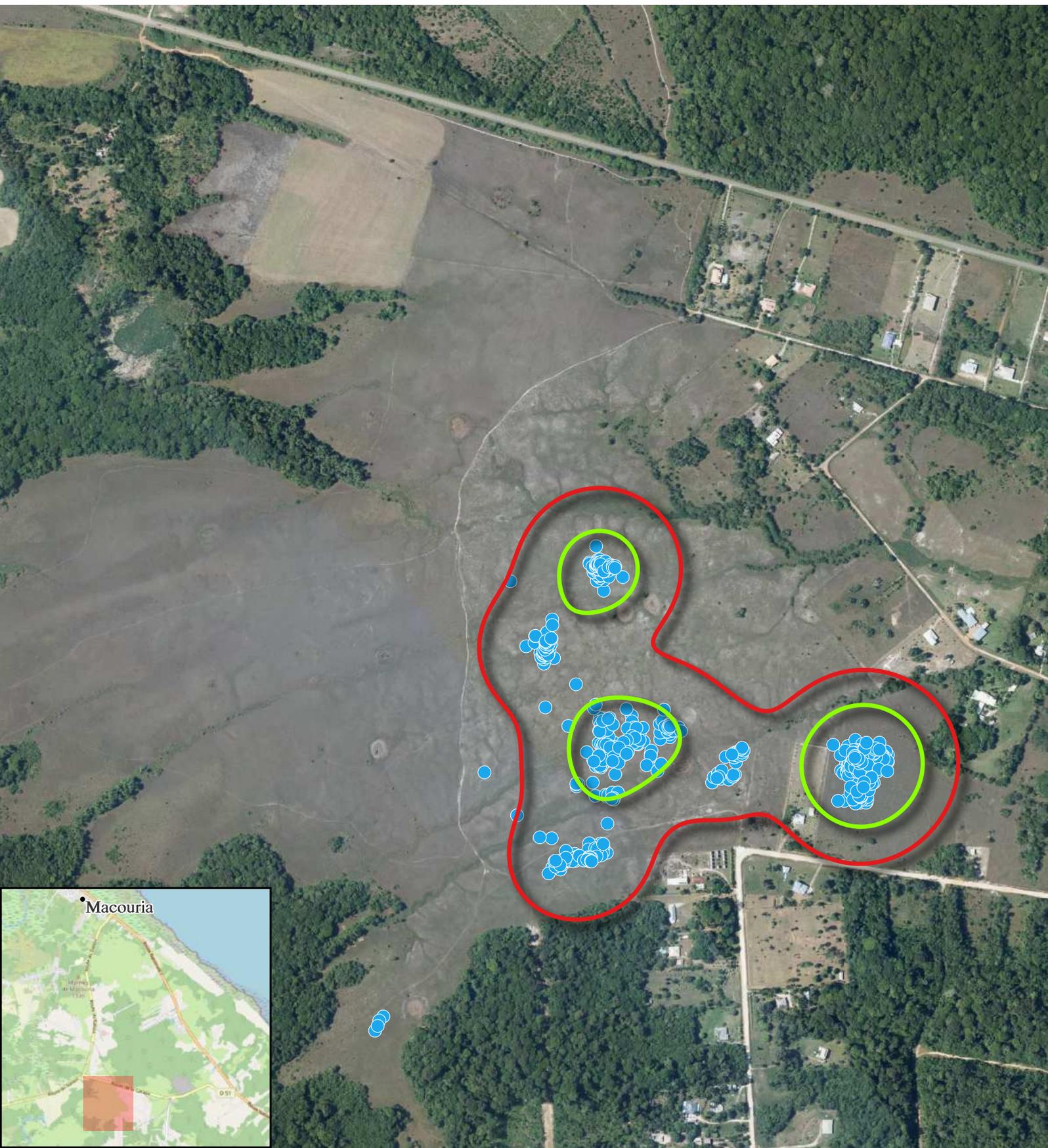
Fin de l'enregistrement :
10/05/2024 à 11:07

Nombre total de jours :
11

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°21 [FRP_FA63529]



Légende :

Individu N°21 [FRP_FA63529]

-  Zone principale 50% : 6,51 ha
-  Domaine vital 95% : 27,81 ha
-  Localisations (850 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
02/05/2024 à 01:00

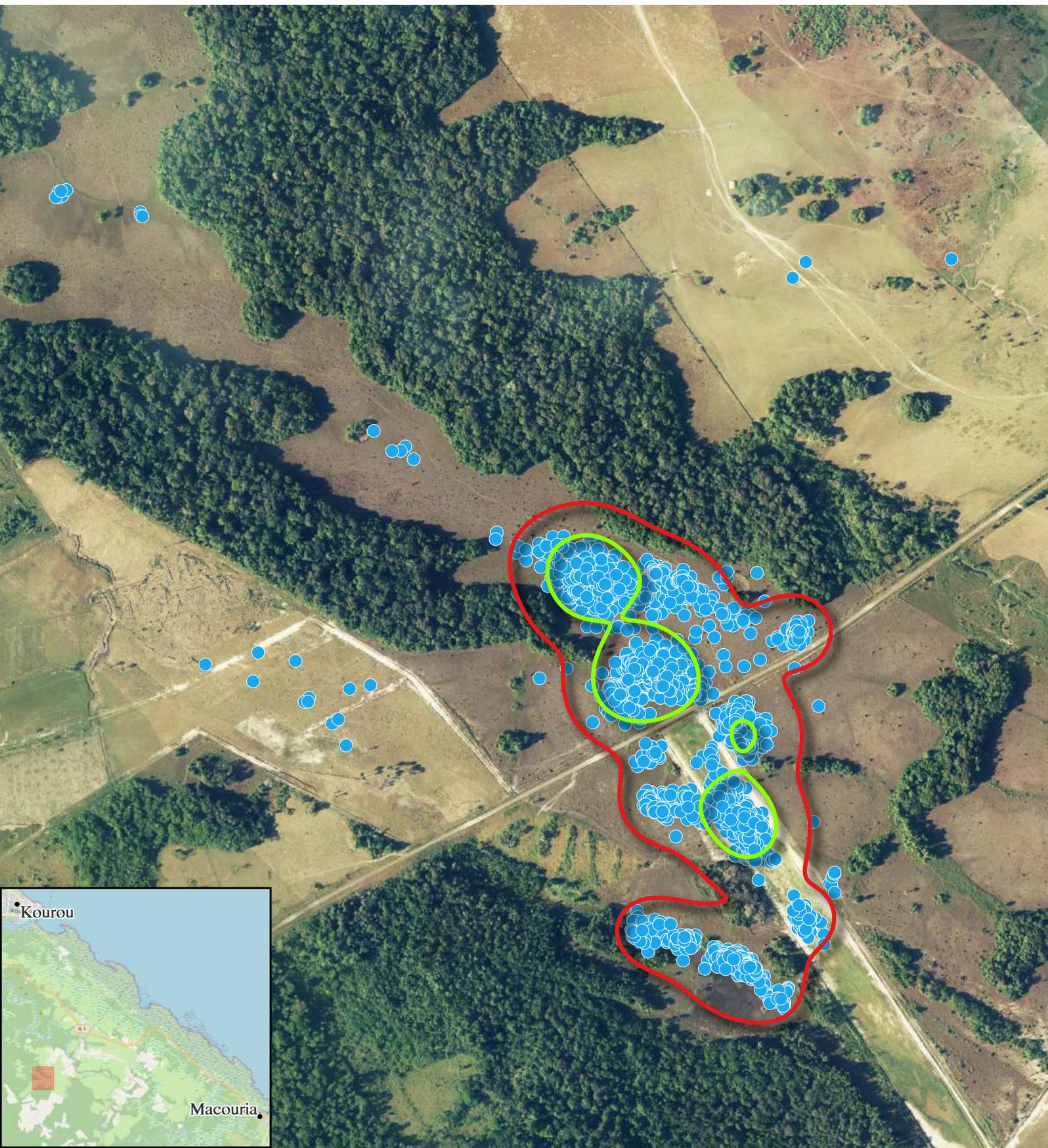
Fin de l'enregistrement :
17/05/2024 à 06:51

Nombre total de jours :
16

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°22 [FRP_FA63535]



Légende :

Individu N°22 [FRP_FA63535]

-  Zone principale 50% : 5,56 ha
-  Domaine vital 95% : 27,15 ha
-  Localisations (4540 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
19/06/2024 à 03:04

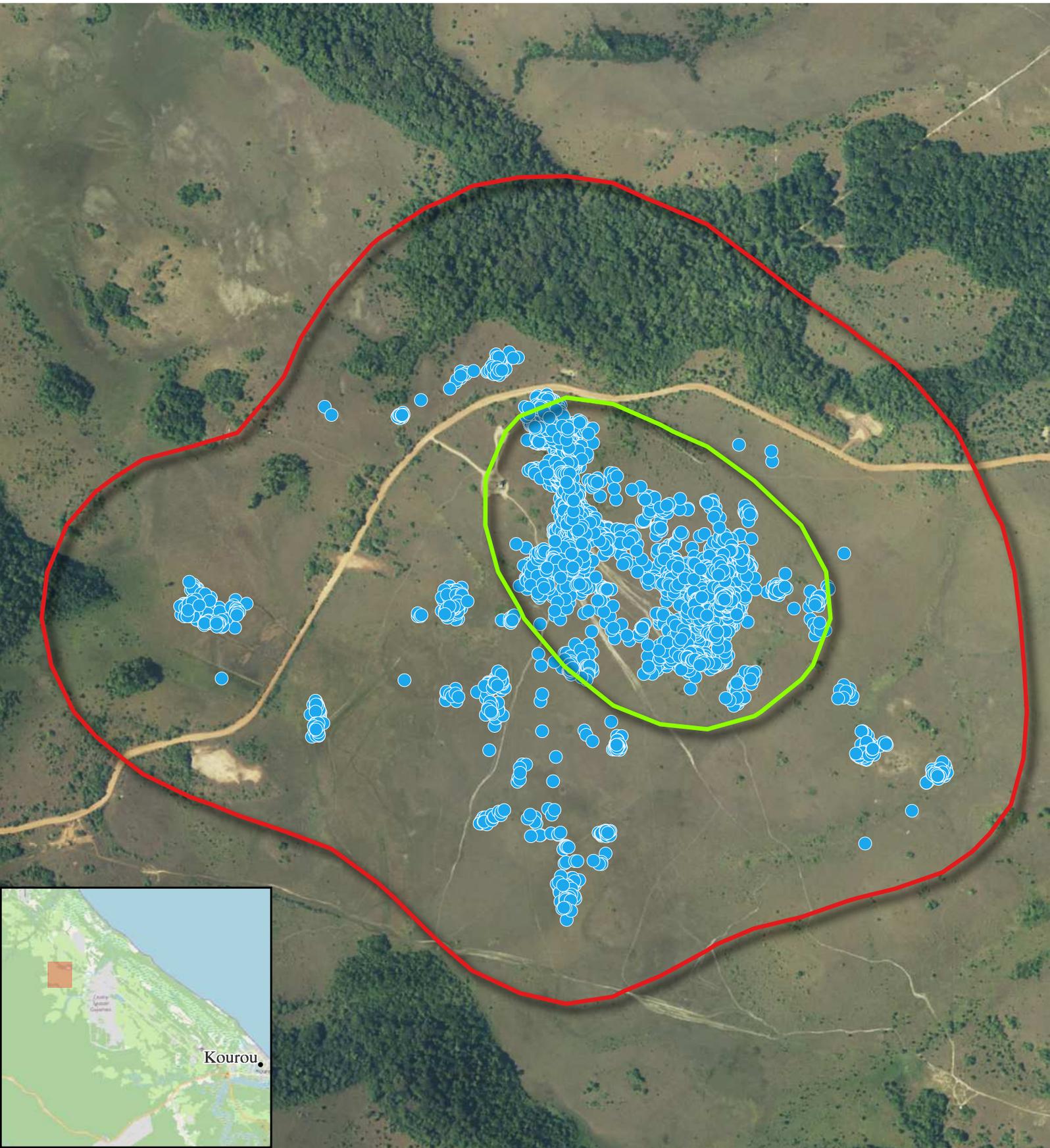
Fin de l'enregistrement :
14/03/2025 à 22:16

Nombre total de jours :
269

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°23 [FRP_FA63545]



Légende :

Individu N°23 [FRP_FA63545]

-  Zone principale 50% : 33,27 ha
-  Domaine vital 95% : 262,99 ha
-  Localisations (8064 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
16/07/2024 à 01:02

Fin de l'enregistrement :
09/04/2025 à 00:37

Nombre total de jours :
267

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°24 [FRP_FA63546]



Légende :

Individu N°24 [FRP_FA63546]

-  Zone principale 50% : 39,05 ha
-  Domaine vital 95% : 238,36 ha
-  Localisations (8010 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
02/08/2024 à 01:04

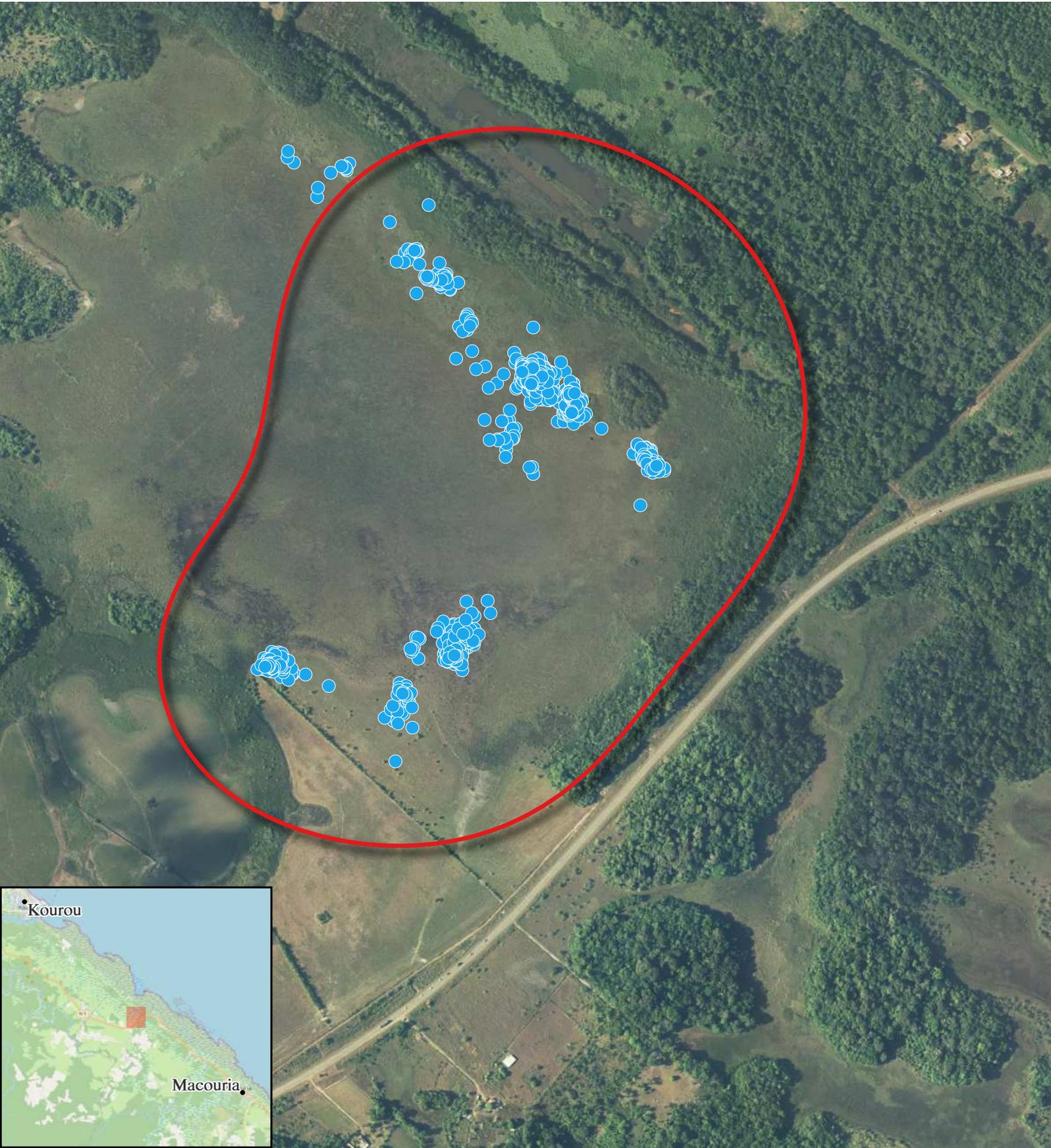
Fin de l'enregistrement :
07/04/2025 à 00:43

Nombre total de jours :
248

0 100 200 m



Domaine vital de l'individu N°24 [FRP_FA63546]



Légende :

Individu N°24 [FRP_FA63546]

-  Domaine vital 95% : 238,36 ha
-  Localisations (8010 points)

Orthoexpress_IGN_2016

Début de l'enregistrement :
02/08/2024 à 01:04

Fin de l'enregistrement :
07/04/2025 à 00:43

Nombre total de jours :
248

0 100 200 m

