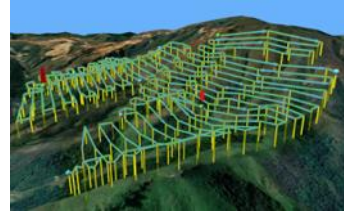
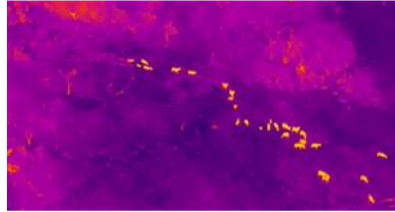




**PROTEGE**

PROJET RÉGIONAL OCÉANIC DES TERRITOIRES  
POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES



Mise en œuvre de l'Indice Aérien d'Abondance par Drone avec capteur thermique (IAAD-NC) pour évaluer l'abondance des populations de cerfs sur les zones prioritaires de Néaoua-Mé Adéo, du Massif du Panié et du Massif de Thio (Pic Ningua)

- Rapport Phase 2 - Étape B - Livrable 2 -

## SYNTHESE

Extrait vidéo – 3 minutes



Romain ALLIOD  
Naseur CHERIF

Septembre 2024  
Version 5



AGENCE NÉO-CALÉDONIENNE  
DE LA BIODIVERSITÉ



Pacific Community  
Communauté  
du Pacifique



Le projet régional océanien des territoires pour la gestion durable des écosystèmes, PROTEGE, est un projet intégré qui vise à réduire la vulnérabilité des écosystèmes face aux impacts du changement climatique en accroissant les capacités d'adaptation et la résilience. Il cible des activités de gestion, de conservation et d'utilisation durables de la diversité biologique et de ses éléments en y associant la ressource en eau. Il est financé par le 11<sup>ème</sup> Fonds européen de développement (FED) au bénéfice des territoires de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française, de Pitcairn et de Wallis et Futuna.

L'objectif général du projet est de construire un développement durable et résilient des économies des pays et territoires d'Outre-mer (PTOM) face au changement climatique en s'appuyant sur la biodiversité et les ressources naturelles renouvelables.

Le premier objectif spécifique vise à renforcer la durabilité, l'adaptation au changement climatique et l'autonomie des principales filières du secteur primaire. Il est décliné en deux thèmes :

- Thème 1 : la transition agro-écologique est opérée pour une agriculture, notamment biologique, adaptée au changement climatique et respectueuse de la biodiversité ; les ressources forestières sont gérées de manière intégrée et durable.
  - Thème 2 : les ressources récifo-lagonaires et l'aquaculture sont gérées de manière durable, intégrée et adaptée aux économies insulaires et au changement climatique.

Le second objectif spécifique veut renforcer la sécurité des services écosystémiques en préservant la ressource en eau et la biodiversité. Il se décline également en 2 thèmes :

- Thème 3 : l'eau est gérée de manière intégrée et adaptée au changement climatique
- Thème 4 : les espèces exotiques envahissantes sont gérées pour renforcer la protection, la résilience et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre.

La gestion du projet a été confiée à la Communauté du Pacifique (CPS) pour les thèmes 1, 2 et 3 et au programme régional océanien pour l'environnement (PROE) pour le thème 4, par le biais d'une convention de délégation signée le 26 octobre 2018 entre l'Union européenne, la CPS et le PROE. La mise en œuvre du projet est prévue sur 4 ans.

**Citation :**

ALLIOD R. et CHERIF N. 2024. Mise en œuvre de l'Indice Aérien d'Abondance par Drone avec capteur thermique (IAAD-NC) pour évaluer l'abondance des populations de cerfs sur les zones prioritaires du Massif du Panié, de Néaoua-Mé Adéo et du Massif de Thio (Pic Ningua). Livrable de prestation pour l'ANCB dans le cadre du projet PROTEGE ; **SYNTHESE** du rapport Phase 2 - Étape B - Livrable 2, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 18 pages.

Accès au **Rapport complet** : [cliquer ici](#)

*Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne et de l'Agence Rurale. Son contenu relève de la seule responsabilité de l'ANCB et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.*

## Préambule de l'ANCB

Malgré la relative diversité des conditions de suivi entre zones, secteurs ou plans de vols, notamment en termes d'habitat (forêt, savane, maquis minier), de strate de végétation (herbacée, arbustive, arborée) ou d'effort-surface de prospection, il est important de rappeler les points suivants :

- La grande majorité des plans de vol a volontairement été focalisée en **savanes herbacées** périphériques ou incluses à la forêt humide ou en zones arbustives adjacentes, en excluant autant que possible les zones arborées défavorables à la détection aérienne et aux cerfs en période de gagnage (alimentation) nocturne ;
- L'objectif principal de ce suivi aérien n'est pas une comparaison spatiale (entre différents espaces géographiques) mais bien à termes, en perspective de la prochaine session de suivi, une **comparaison temporelle**, c'est-à-dire l'analyse de l'évolution des données de densité sur une même emprise géographique (en particulier au niveau secteur), entre deux périodes distantes de plusieurs années, afin d'**évaluer les bénéfices des actions** de gestion-régulation mises en œuvre entre ces deux périodes, dans un contexte de gestion adaptative ;
- Les comparaisons spatiales de densité de cerfs, entres zones, secteurs ou plans de vol, sont présentées pour information mais à interpréter avec précaution, en privilégiant les comparaisons entre **secteurs** (plutôt qu'entre plans de vol constituant des surfaces réduites entre 26,7 et 53,7 ha).

Variations des valeurs de densité de cerfs révélées dans ce rapport de suivi environnemental :

- Valeur minimale / secteur : **3,95** cerfs/km<sup>2</sup> sur le secteur Saint Joseph de la ZP PBO (surface de vol cumulée : 202,29 ha)
- Valeur maximale / secteur : **91,65** cerfs/km<sup>2</sup> sur le secteur de Boréaré au Nord de la ZP NMA (surface de vol cumulée : 188,76 ha)
- Valeur maximale / plan de vol : **206,78** cerfs/km<sup>2</sup>, soit 110 cerfs détectés sur 53,2 ha du secteur Bas-Nindhia au Nord de la ZP NMA

Au regard des variations de densité de cerfs révélées dans ce rapport (ci-dessus) et afin de faciliter leur interprétation, des valeurs de références publiées et/ou disponibles sur le Cerf rusa (Barrière et Fort 2021) en Nouvelle-Calédonie et ailleurs dans le monde sont communiquées ci-dessous, sans considération d'autres espèces de cervidés présentes par ailleurs dans la région (Barrière 2008) :

- De **1 à 17** cerfs/km<sup>2</sup> sur 1 130 ha du massif de l'Aoupinié, Nouvelle-Calédonie (Lebel *et al.* 2001) ;
- De **10,34 à 21,04** cerfs/km<sup>2</sup> en zone forestière de 48 km<sup>2</sup>, Papouasie occidentale (Pangauadam *et al.* 2022) ;
- De **18,8 à 19,2** cerfs/km<sup>2</sup> (avec une valeur périodique maximale de **60/km<sup>2</sup>**) sur 10 km<sup>2</sup> du Parc National Royal, au sud de Sydney, Australie (Moriarty 2004) ;
- **70** cerfs/km<sup>2</sup> calculé par rétro-calcul de cohorte sur le Domaine de Déva en 2012, Bourail, Nouvelle-Calédonie (ANCB 2024) ;
- Plus de **100** cerfs/km<sup>2</sup> sur une propriété privée d'élevage de 3 700 ha de savanes et végétation arbustive, Poya, Nouvelle-Calédonie (Lebel *et al.* 2001).

## Table des matières

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>Contexte et objectif de l'étude</b> .....                          | 5  |
| 1.1      | Zones de suivi.....   | 5  |
| 1.2      | Période de suivi.....   | 6  |
| <b>2</b> | <b>Matériels et méthodes</b> .....                                    | 6  |
| 2.1      | Phase de prospection et démarches réglementaires .....                | 6  |
| 2.2      | Personnel .....   | 6  |
| 2.3      | Protocole et caractéristiques des plans de vols.....                  | 6  |
| 2.4      | Le drone et le capteur thermique.....                                 | 9  |
| 2.5      | Analyse des vidéos et des données .....                               | 10 |
| <b>3</b> | <b>Résultats et synthèse du suivi opérationnel</b> .....              | 10 |
| 3.1      | Effort et surface de suivi .....                                      | 10 |
| 3.2      | Détections-abondance globale .....                                    | 10 |
| 3.3      | Détections-abondance par secteur, sous-zone et zone prioritaire ..... | 11 |
| <b>4</b> | <b>Discussions, contraintes et recommandations</b> .....              | 15 |
| 4.1      | Discussion.....   | 15 |
| 4.2      | Contraintes.....  | 15 |
| 4.3      | Recommandations .....   | 16 |
| 4.4      | Coût de référence de mise en œuvre de l'IAAD NC sur 300 ha .....      | 17 |
| <b>5</b> | <b>Références</b> .....   | 18 |





# 1 Contexte et objectif de l'étude

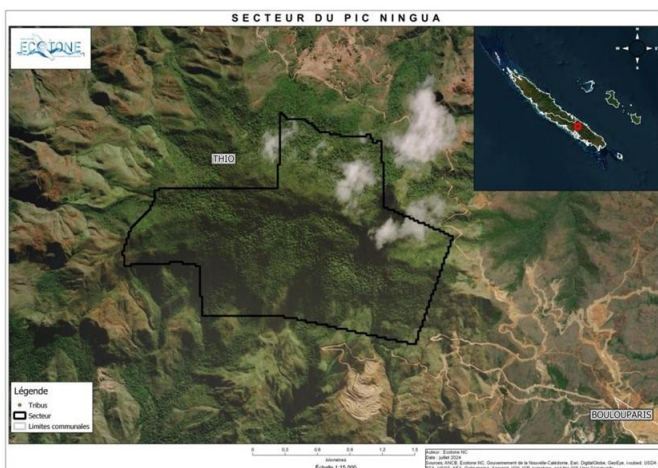
Mise en œuvre de l'IAAD NC sur les plans de vol sélectionnés sur les zones d'intérêt du projet PROTEGE.

Dans le cadre du projet PROTEGE, l'IAAD NC a été développé à la suite d'une étude de faisabilité (Alliod et Cherif, 2022). Après sa validation auprès du commanditaire (ANCB), la mise en œuvre de cet indice sur les zones d'intérêt du projet a donc été actée. Une étape de définition des différentes zones d'application de l'IAAD a été initiée en amont (Phase 1). Le présent rapport (Étape B de la phase 2, Livrable 2) présente les résultats de la mise en œuvre de l'IAAD NC sur les différentes zones et plans de vol sélectionnés en phase 2, étape A (ANCB 2023).

## 1.1 Zones de suivi

Du fait des contraintes liées à l'avancée de la concertation dans certaines zones prioritaires (ZP), il a été convenu de réaliser l'étape B de la phase 2 sur les zones autorisées par les autorités coutumières et où la vérification terrain a pu être effectuée (étape A finalisée et validée) soit :

- ZP Nord du **Massif du Panié** (PBO), commune de Pouébo ; soit la totalité de la zone finalement retenue.
- ZP **Néaoua-MéAdéo** (NMA ; parties Nord et Sud, avec exclusion du district de Leweo), communes de Houailou, Moindou, Bourail ; soit la totalité de la zone finalement retenue.
- Secteur de la **Réserve du Pic Ningua** (PNA), commune de Thio ; soit une partie de la ZP des Massifs de Thio.



## 1.2 Période de suivi

Contrairement aux préconisations de l'étude de faisabilité (Alliod et Cherif 2022) dans laquelle la période optimale de suivi est identifiée entre juillet et octobre (saison fraîche ou sèche-douce avec meilleur contraste thermique entre animaux versus environnement et période optimale d'activité du cerf pour les ressources alimentaires et la reproduction) et en raison des contraintes du projet, la période effective de suivi s'est déroulée du **4 décembre 2023 au 31 mars 2024** en saison chaude et humide, pendant laquelle les cerfs mâles sont généralement pollets, leurs bois étant tombés (Décembre-Janvier), ou cornes-molles en velours (Février-Avril), isolés des hardes de femelles et particulièrement discrets et cachés en journée (ANCB).

## 2 Matériels et méthodes

### 2.1 Phase de prospection et démarches réglementaires

Préalablement à la mise en œuvre des plans de vol, les prospections réalisées au cours de l'étape antérieure au présent suivi opérationnel (ANCB, 2023) ont permis de définir les zones d'applicabilité de l'IAAD NC mais également d'étudier les risques air et sol des différentes zones, de repérer l'accessibilité du site et l'environnement, de localiser les zones potentielles de décollage-pilotage pour le drone (zone plane de 3m X 3m minium), de prévoir l'organisation logistique (recharge des batteries du drone, nécessité d'un véhicule 4x4, zone de campement, accessibilité à pied sur certaines portions, etc...) et d'analyser la topographie du site pour la sécurité des vols (vue directe sur le drone « obligation règlementaire » ainsi que le maintien de la communication avec ce dernier durant la réalisation des plans de vol, inter-visibilité entre le drone et le télépilote). Un ensemble de démarches réglementaires a également été effectué.

### 2.2 Personnel

Trois personnes ont été sollicitées pour ce suivi afin de réaliser les vols de nuit et le traitement des données, soit : un **télépilote** professionnel ALLIOD Romain (Gérant Ecotone NC, expert drone en détection de la faune sauvage sur le territoire), un **géomaticien** et technicien SIG pour le traitement des données CHERIF Nasseur, un « **spotter** » MOINDOU Giovanni, résident de la tribu de Koua (Thio) impliqué dans le projet et agent de régulation professionnelle.

Pour la majorité des plans de vol, un **guide local** était présent sur chaque secteur en plus des deux opérateurs (télépilote et spotter), mais parfois une ou deux personnes supplémentaires de la tribu se sont rajoutées par curiosité et ont participé au transport du matériel.

### 2.3 Protocole et caractéristiques des plans de vols

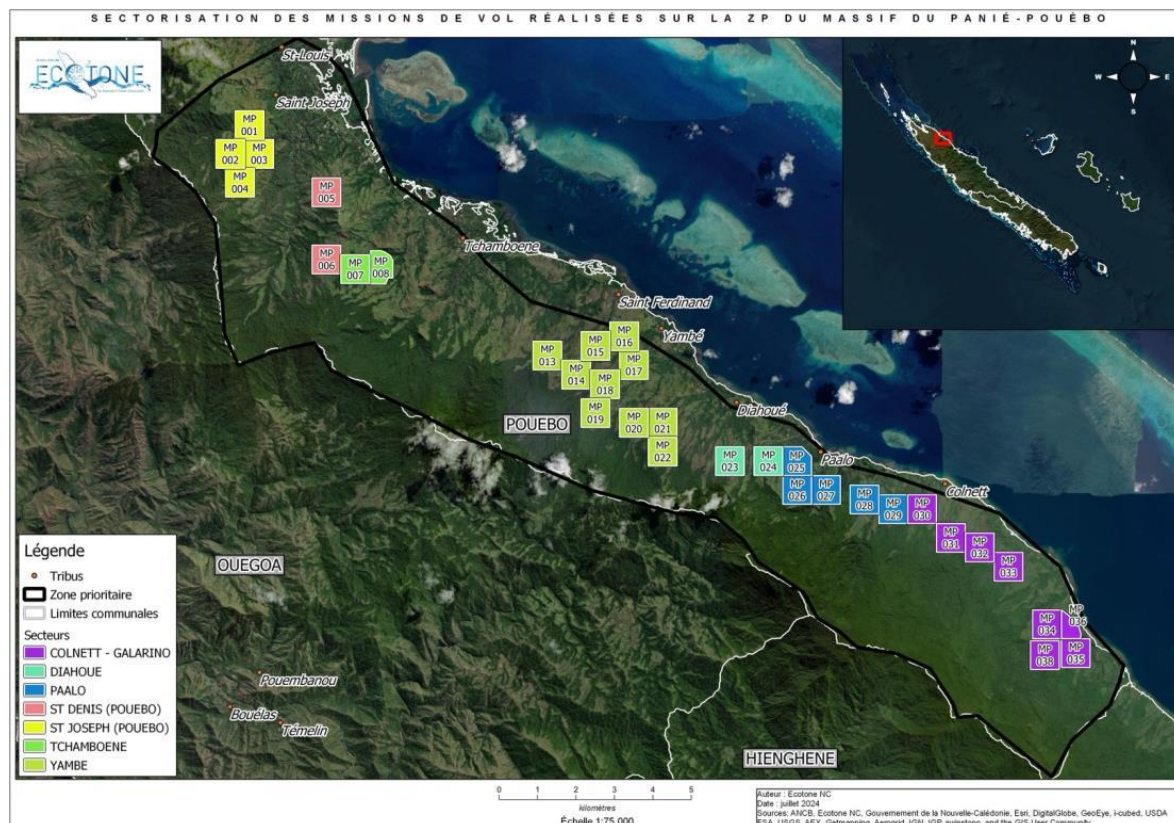
Compte-tenu de la typologie des zones d'intervention, le **protocole de vol N°2**, décrit par Alliod et Cherif (2022), a été retenu et mis en œuvre de façon automatisée pour l'ensemble du suivi, selon les paramètres suivants :





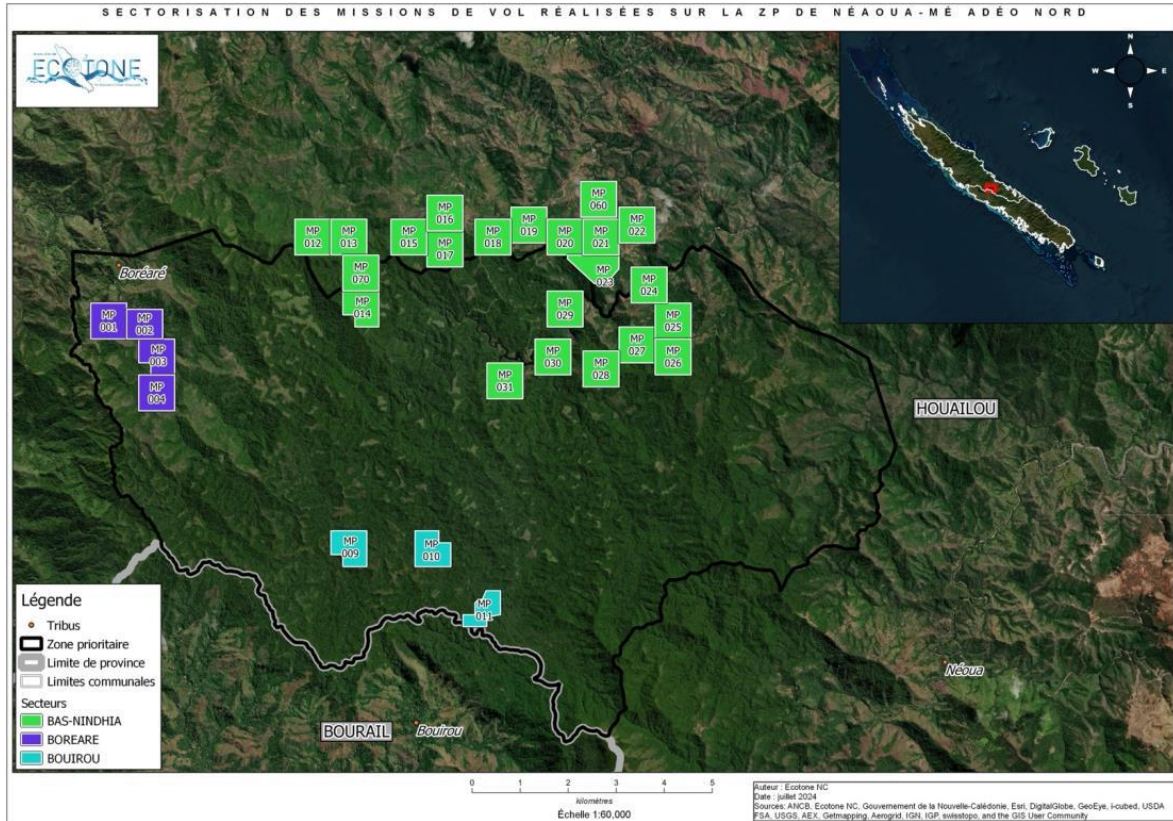
Paramètres et caractéristiques des plans de vol retenus, au vu du protocole d'échantillonnage N°2.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Edition des plans de vol, paramétrage</b> | <b>Type de plan de vol</b>  | Balayage de zone en suivi de terrain   |
|  | <b>Hauteur</b>  | 90 m   |
|  | <b>Angle caméra</b>   | - 90°  |
|  | <b>Vitesse de vol</b>   | 9 m/s (32,5 km/h)  |
|  | <b>Espacement des lignes</b>  | 60-70 m  |
|  | <b>Tolérance/finesse de la hauteur de vol</b>   | +/- 8 m  |
|  | <b>Périmètre/forme du plan de vol</b>   | Contour du plan de vol en polygone défini par la topologie du milieu, lignes de crêtes, la communication avec le drone et la réglementation (distance télépilote-drone), forme rectangulaire ou carrée à privilégier si possible |
| <b>Caractéristiques techniques</b>           | <b>Matériel</b>   | Drone Matrice 300 RTK avec capteur thermique H20T  |
|  | <b>Temps de vol effectif</b>  | 20-25 min (selon dénivelé et distance de la zone de décollage)   |
|  | <b>Superficie moyenne de couverte par plan de vol (avec marge de sécurité batteries 20 %)</b> | 50-60 ha   |
|  | <b>Conditions météorologiques</b>   | Pluie légère à moyenne <7 mm/h<br>Vent : 20-25 knts  |
|  | <b>Analyse des vidéos et détection des ongulés</b>  | Au vu des nombreux artéfacts liés aux contraintes, il n'a pas été possible d'utiliser l'algorithme semi-automatisé. L'analyse des vidéos et la détections ont été réalisées visuellement.  |

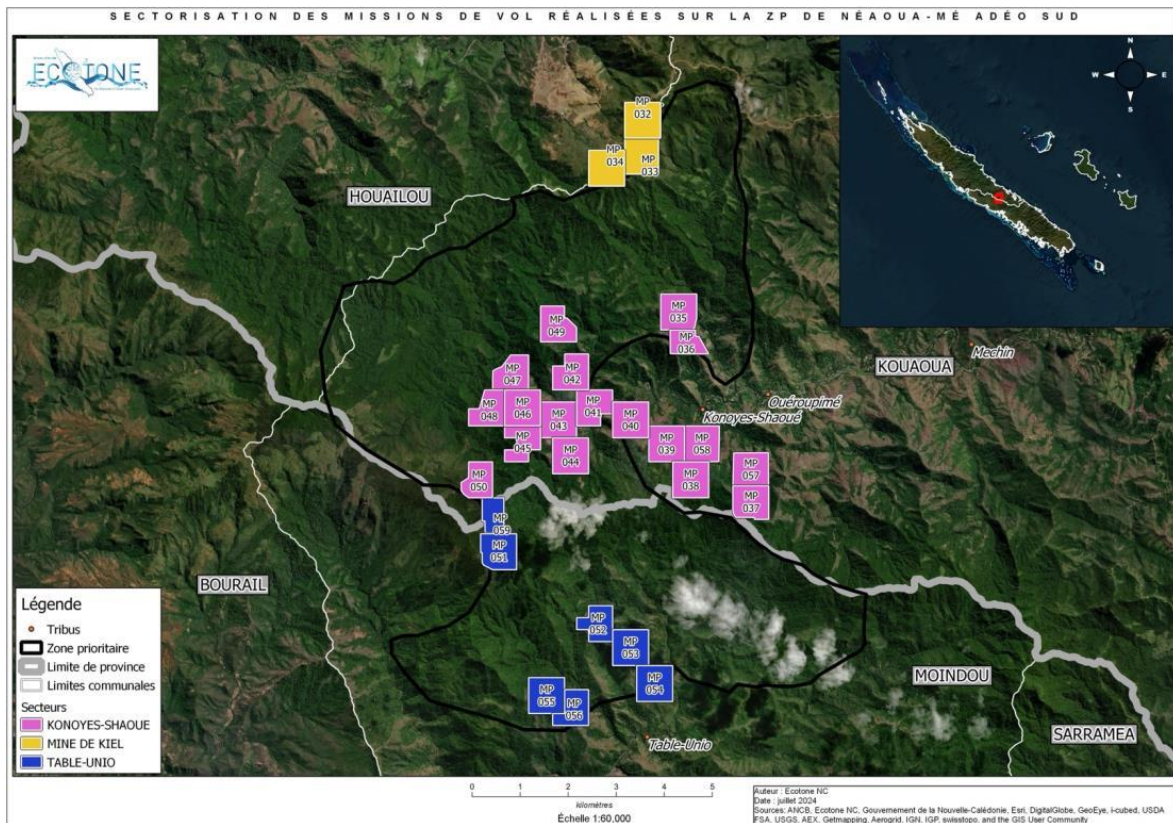


Sectorisation des plans de vols drone réalisés sur la ZP du Massif du Panié-Pouébo (7 secteurs de vols distincts de 7 couleurs différentes).



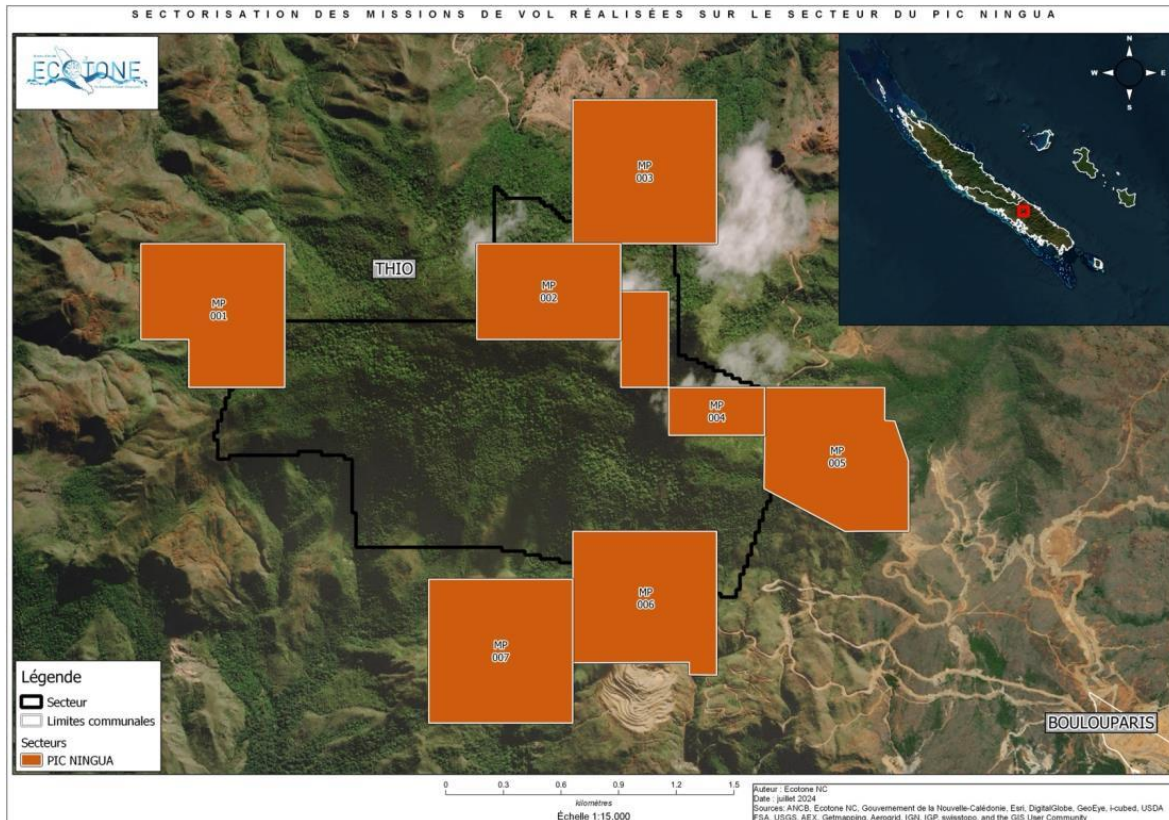


Sectorisation des plans de vols drone réalisés sur la ZP NMA partie Nord (3 secteurs de vols distincts de trois couleurs différentes).



Sectorisation des plans de vols drone réalisés sur la ZP NMA partie Sud (3 secteurs de vols distincts de trois couleurs différentes).





### Sectorisation des plans de vols drone réalisés sur le secteur PNA.

Au total, **97 plans de vol** (missions) ont été réalisés : 33 sur la ZP Massif du Panié-Pouébo, 57 sur la ZP NMA (29 sur le secteur Nord et 28 sur le secteur Sud) et 7 sur le Pic Ningua (ZP Massifs de Thio). Un total de **118 heures de vol** a été consacré à ce suivi en comptant tous les aléas de terrain (missions de vol avortées et/ou reportées).

La surface totale survolée s'élève à **1 682,76 ha** pour la ZP Massif du Panié-Pouébo, **2 742,35 ha** pour la ZP NMA et **268,50 ha** pour le secteur Pic Ningua, soit **au total 4 693,61 ha**.

Une disparité entre les strates végétales du MOS 2014 et la réalité terrain a pu être observée. Tout particulièrement sur la strate arbustive, qualifiée à la base de très favorable à la détection aérienne, qui s'est en fait avérée plus dense et moins « pénétrable » sur plusieurs secteurs en vue aérienne, entraînant des difficultés à y détecter les cerfs.

## 2.4 Le drone et le capteur thermique

**DJI Matrice 300 RTK** et 12 paires de batteries (soit un total de 24 batteries)

Capteur thermique : **DJI Zenmuse H20T**



## 2.5 Analyse des vidéos et des données

La détection et le comptage des cerfs et cochons ensauvagés ont été réalisés **visuellement** par les deux auteurs du présent rapport, avec l'appui d'un **outil développé en langage Python** par Ecotone NC, afin de permettre de visualiser les captations dans un environnement SIG (QGIS). Cette phase de détection-comptage a été réalisée au fil des acquisitions du 22 décembre 2023 au 15 avril 2024, pour un total cumulé des deux opérateurs de **380 heures** (beaucoup de contraintes liées aux artéfacts) soit en moyenne **4 heures par plan de vol**.

En cas de différences observées entre les deux opérateurs, une vérification des détections divergentes a ensuite été réalisée et une décision consensuelle effectuée en commun. Par choix d'une stratégie précautionneuse, seules les signatures thermiques en mouvement et/ou bien identifiées (comme celles des cerfs ou des cochons) ont été comptabilisées.

Cette stratégie et les difficultés de contraste thermique rencontrées sur la majorité des secteurs ont permis de révéler une abondance qui peut être sous-estimée.

Néanmoins, lorsque les ongulés étaient en mouvement, même très légèrement (mouvement d'oreille ou de tête par exemple), la **vidéo** a grandement facilité leur détection, contrairement à une photo (orthophoto) figée, comme argumenté par Alliod et Cherif (2022).

A partir du nombre total de cerfs ou de cochons ensauvagés détectés sur chaque plan de vol et de la surface totale prospectée par le drone, l'indice d'abondance aérien a été exprimé en effectif brut ou en densité (effectif/ha et effectif/km<sup>2</sup>).

## 3 Résultats et synthèse du suivi opérationnel

### 3.1 Effort et surface de suivi

Sur les 97 plans de vol opérés au cours de ce suivi, soit une surface totale prospectée de **4 693,61 ha** :

- 33 ont été réalisés sur la ZP Nord du Massif du Panié, PBO, soit 1682,76 ha prospectés ;
- 57 sur la ZP Néaoua-MéAdéo, NMA (2742,35 ha) dont 29 sur NMA Nord (1438,95 ha) et 28 sur NMA Sud (1303,40 ha) ;
- 7 sur le secteur de la Réserve Pic Ningua, PNA (268,50 ha).

### 3.2 Détections-abondance globale

Au total, sur l'ensemble des 97 plans de vol réalisés, ont été détectés et comptabilisés :

- **1 578** cerfs (densité globale : **33,6** cerfs/km<sup>2</sup>),
- **465** ongulés indéterminés (cerfs, cochons ou chevaux ; densité globale : **9,9** indéterminés/km<sup>2</sup>),
- **17** cochons ensauvagés (densité globale : **0,4** cochon/km<sup>2</sup>),
- **6** chevaux (densité globale : **0,1** cheval/km<sup>2</sup>).

Au total, 90 plans de vol comptabilisent **entre 1 et 110 ongulés**, tous confondus. Seulement sept - plans de vol ne présentent aucune détection d'ongulés. Cette proportion élevée de détection par plan de vol (93 %) confirme, sans surprise, une très large distribution des ongulés, et tout spécialement du Cerf, sur l'ensemble des secteurs prospectés.



### 3.3 Détections-abondance par secteur, sous-zone et zone prioritaire

Compte-tenu de la très grande majorité de cerfs (**98,6%**) sur la totalité des ongulés formellement détectés (1 601 au total), il a été convenu de comptabiliser les 465 ongulés indéterminés comme étant des cerfs pour les analyses de données, sans risque de biais.

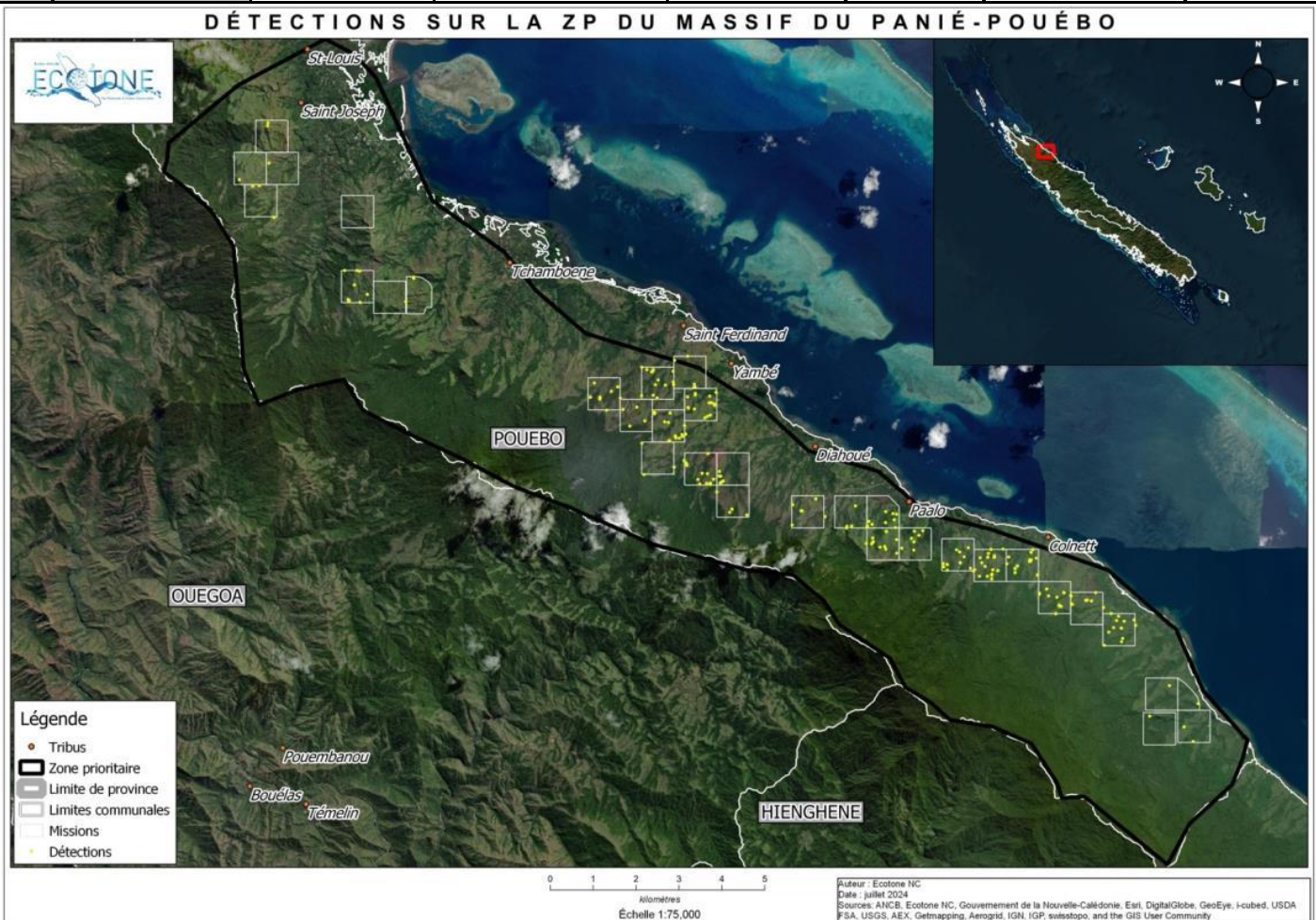
Les valeurs d'effectifs et de densités de cerfs **corrigées** sont donc de :

- **2 043** cerfs (densité globale ; **43,5** cerfs/km<sup>2</sup>)
- **Sur la ZP Massif du Panié – Pouébo : 338 cerfs soit 20,09 cerfs/km<sup>2</sup>**

Sur la ZP Massif du Panié-Pouébo, la densité globale (20,09 cerfs/km<sup>2</sup>) est intermédiaire aux deux autres ZP et au sein de cette ZP, la densité varie de 3,95 cerfs /km<sup>2</sup> au minimum sur le secteur de St Joseph, à 32,62 cerfs /km<sup>2</sup> au maximum sur le secteur de Paolo.

Effectifs, surfaces et densités (en km<sup>2</sup>) des cerfs pour chaque secteur de la ZP Massif du Panié - Pouébo.

| ZP  | SECTEUR            | Effectif des cerfs / secteur | Surface prospectée (km <sup>2</sup> ) / secteur | Densité Cerfs / km <sup>2</sup> / secteur | Effectif des cerfs / ZP | Surface prospectée (km <sup>2</sup> ) / ZP | Densité Cerfs / km <sup>2</sup> / ZP |
|-----|--------------------|------------------------------|---|---|-------------------------|--|--------------------------------------|
| PBO | Colnett - Galarino | 79                           | 3,85  | 20,51                                     | 338                     | 16,83                                      | 20,09                                |
|     | Diahoué            | 13                           | 1,07  | 12,13                                     |                         |  |                                      |
|     | Paolo              | 84                           | 2,57  | 32,62                                     |                         |  |                                      |
|     | St Denis           | 16                           | 1,07  | 14,92                                     |                         |  |                                      |
|     | St Joseph          | 8                            | 2,02  | 3,95                                      |                         |  |                                      |
|     | Tchamboene         | 7                            | 0,94  | 7,43                                      |                         |  |                                      |
|     | Yambé              | 131                          | 5,29  | 24,76                                     |                         |  |                                      |



Représentation cartographique de l'ensemble des détections de cerfs obtenues sur la ZP Massif du Panié – Pouébo (PBO).



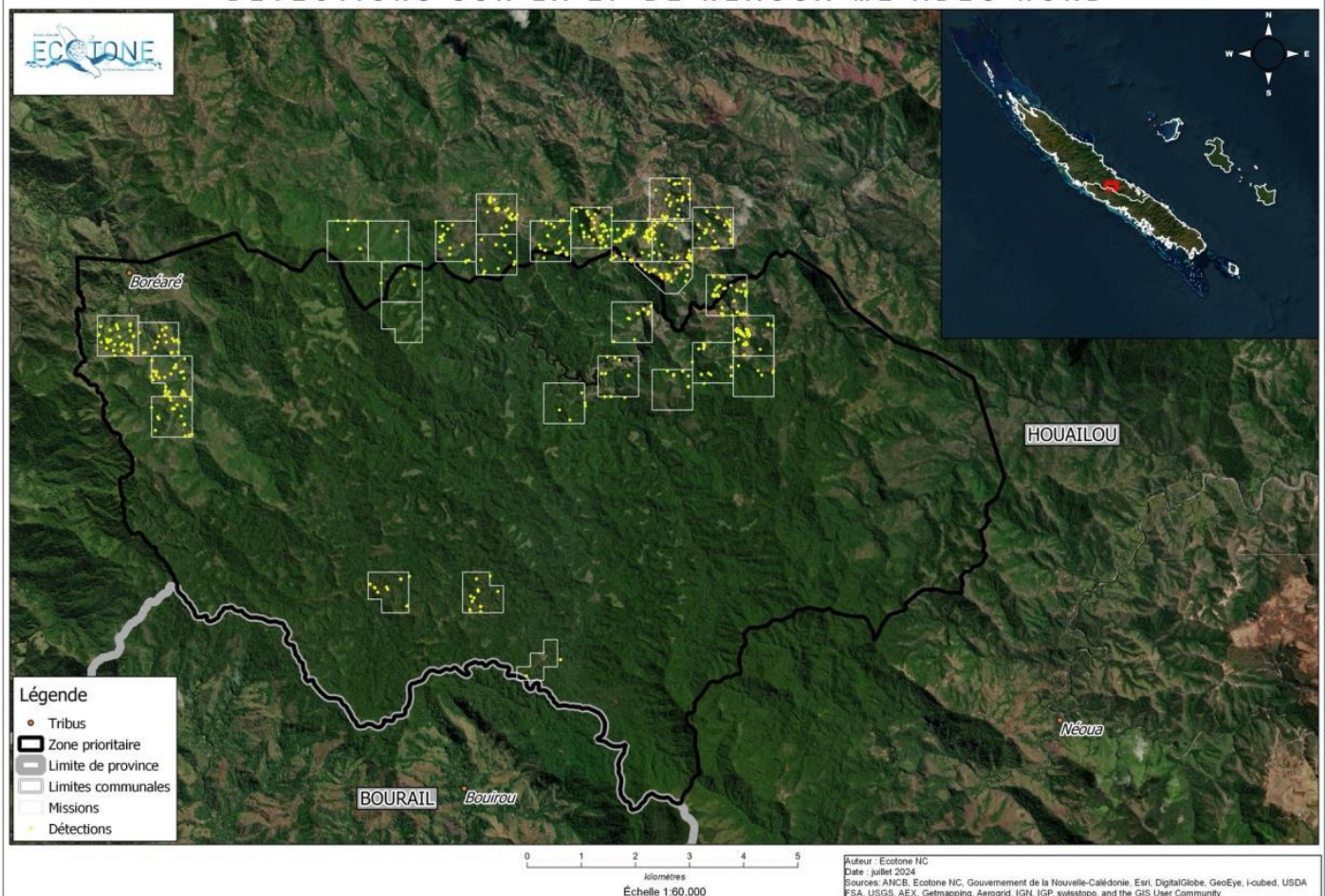
➤ Sur la ZP NMA : 1 685 cerfs soit **61,44 cerfs/km<sup>2</sup>**

Sur l'ensemble du suivi, la ZP NMA présente une densité des populations de cerfs (**61,44 cerfs/km<sup>2</sup>**) très nettement supérieure aux deux autres ZP. Les deux sous-zones Nord et Sud de la ZP NMA présentent des valeurs de densité très similaires bien que le secteur de la Mine de Kiel, situé dans la sous-zone Sud, moins favorable au Cerf, ait révélé une densité bien inférieure (0 cerfs/km<sup>2</sup>). Au sein de cette ZP, la densité varie de 0 cerfs /km<sup>2</sup> au minimum sur le secteur de la mine de Kiel à 206,78 cerfs /km<sup>2</sup> au maximum sur le secteur de Bas-Nindhia, situé dans la sous-zone Nord.

**Effectifs, surfaces et densités (en ha et en km<sup>2</sup>) des cerfs pour chaque secteur de la ZP NMA.**

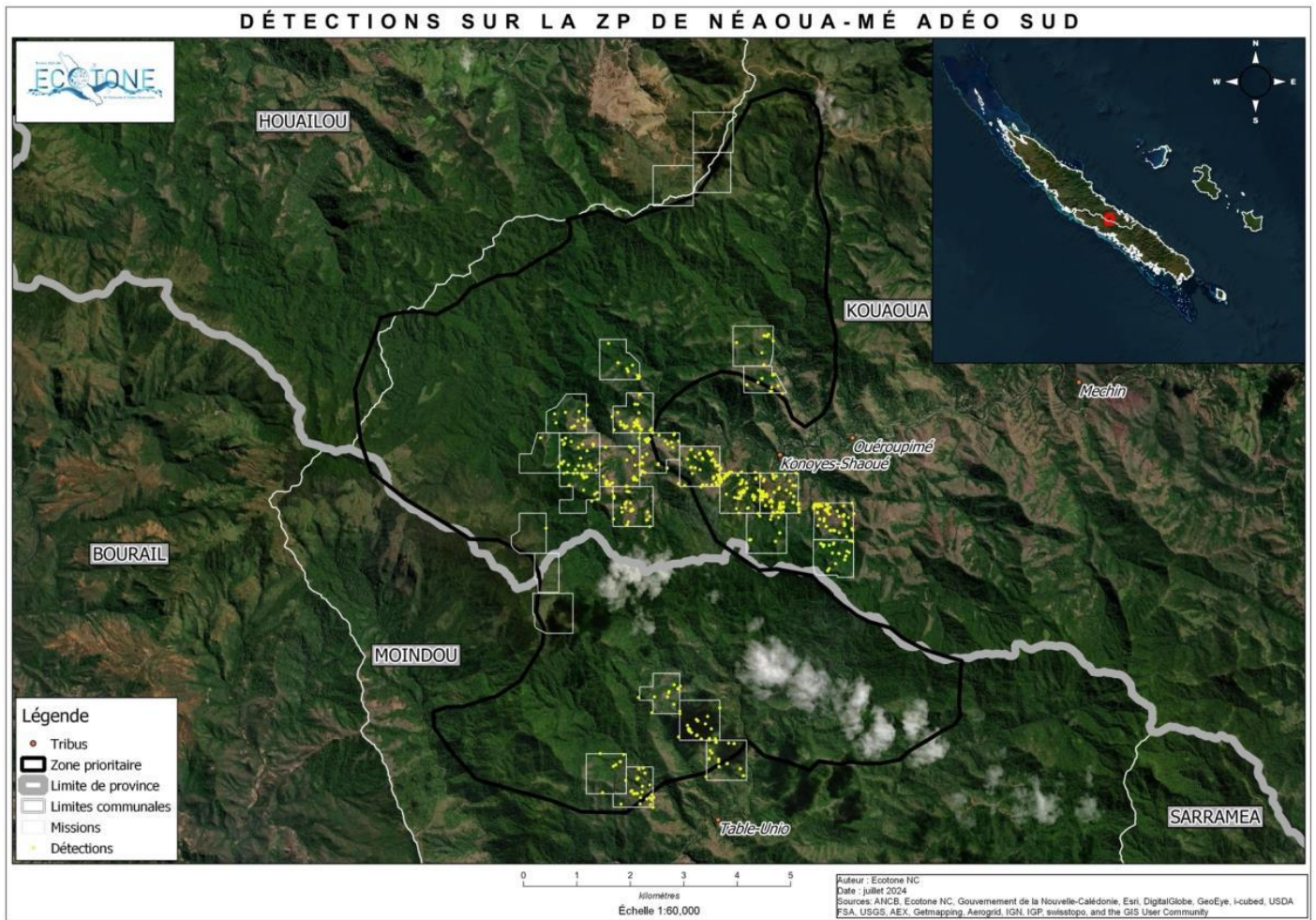
| ZP  | Partie | SECTEUR        | Effectif des cerfs / secteur | Surface prospectée (km <sup>2</sup> ) / secteur | Densité Cerfs / km <sup>2</sup> / secteur | Effectif des cerfs / partie | Surface prospectée (km <sup>2</sup> ) / partie | Densité Cerfs / km <sup>2</sup> / partie | Effectif des cerfs / ZP | Surface prospectée (km <sup>2</sup> ) / ZP | Densité Cerfs / km <sup>2</sup> / ZP |
|-----|--------|----------------|------------------------------|---|---|-----------------------------|--|--|-------------------------|--|--------------------------------------|
| NMA | Nord   | Bas-Nindhia    | 700                          | 11,16   | 62,70                                     | 903                         | 14,39  | 62,75                                    | 1685                    | 27,42                                      | 61,44                                |
|     |        | Boréaré        | 173                          | 1,89  | 91,65                                     |                             |  |  |                         |  |                                      |
|     |        | Bouirou        | 30                           | 1,34  | 22,41                                     |                             |  |  |                         |  |                                      |
|     | Sud    | Konoyes-Shaoué | 663                          | 8,49  | 78,13                                     | 782                         | 13,04  | 59,97                                    |                         |  |                                      |
|     |        | Mine de Kiel   | 0                            | 1,31  | 0,00                                      |                             |  |  |                         |  |                                      |
|     |        | Table-Unio     | 119                          | 3,24  | 36,73                                     |                             |  |  |                         |  |                                      |

**DÉTECTIONS SUR LA ZP DE NÉAOUA-MÉ ADÉO NORD**



**Représentation cartographique de l'ensemble des détections de cerfs obtenues sur la partie Nord de la ZP NMA : 903 cerfs pour 62,75 cerfs/km<sup>2</sup>.**





Représentation cartographique de l'ensemble des détections de cerfs obtenues sur la partie Sud de la ZP NMA : **782 cerfs** pour **59,97 cerfs/km<sup>2</sup>**.

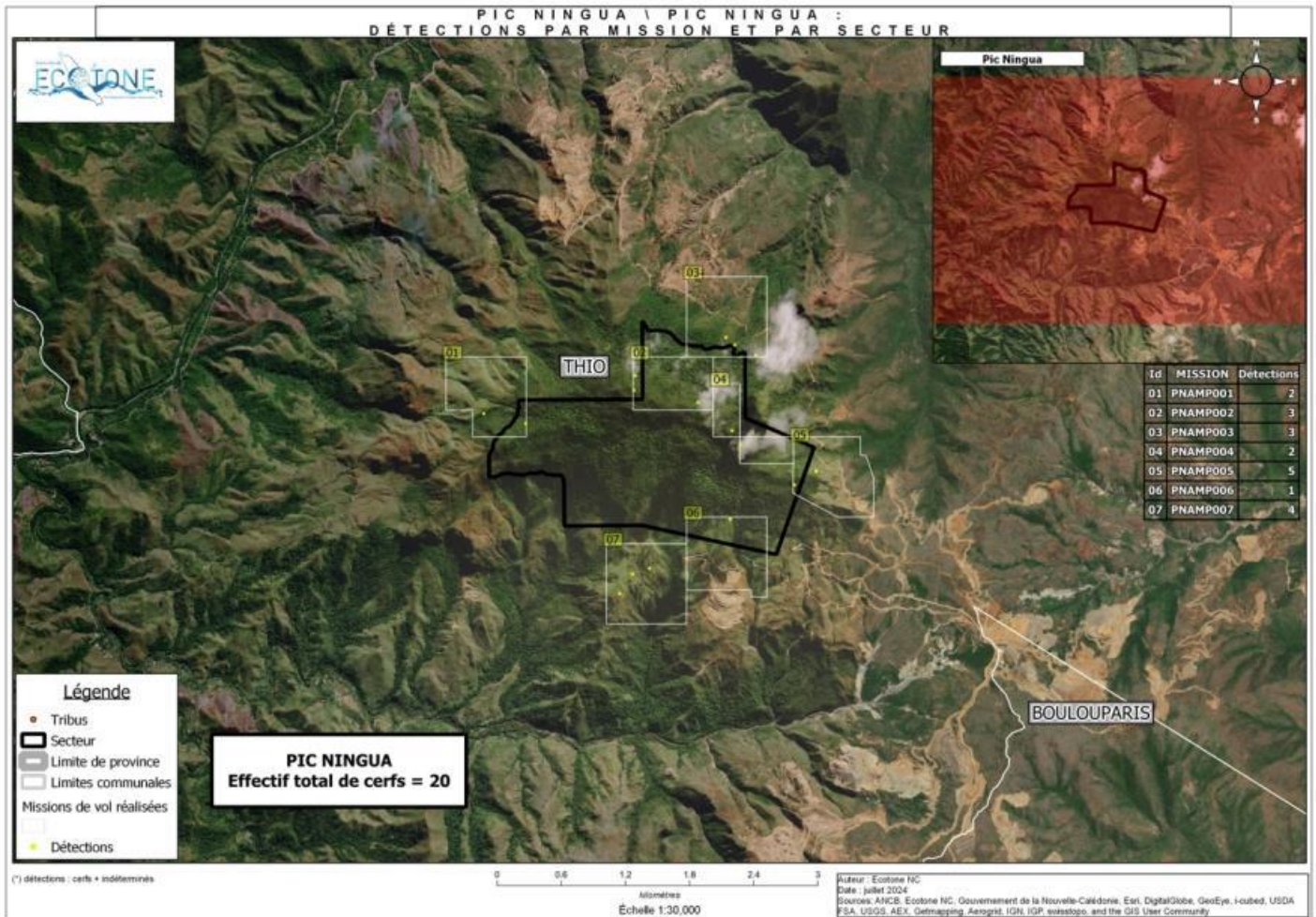
➤ Sur le Pic Ningua : 20 cerfs soit **7,45 cerfs/km<sup>2</sup>**

Sur le **Pic Ningua**, la densité de cerfs (7,45 cerfs/km<sup>2</sup>) apparaît très faible. Toutefois, notons que l'effort et la surface de prospection soient très réduits sur ce secteur par rapport aux autres.

Effectif, surface et densité (en km<sup>2</sup>) des cerfs sur l'ensemble du secteur PNA.

| ZP  | SECTEUR    | Effectif des cerfs | Surface prospectée km <sup>2</sup> | Densité Cerfs/km <sup>2</sup> |
|-----|------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| PNA | Pic Ningua | 20                 | 2,68                               | 7,45                          |





Représentation cartographique des différentes détections de cerfs obtenues sur le secteur PNA.

➤ Comparaisons entre secteurs

A l'échelle des différentes ZP et des différents secteurs du suivi, le **secteur de Boréaré** présente de loin la densité de cerfs la plus élevée (**91,65 cerfs/km<sup>2</sup>**) devant le secteur de Konoyes Shaoué (**78,13 cerfs/km<sup>2</sup>**) et Bas Nindhia (**62,70 cerfs/km<sup>2</sup>**).

A l'échelle des plans de vol, le **secteur de Konoyes Shaoué** se distingue par le fait que six d'entre eux se positionnent dans les classes de densité les plus élevées, soit trois dans la classe  $d > 150$  cerfs/km<sup>2</sup> et trois dans la classe  $100 < d < 150$  cerfs/km<sup>2</sup>. Ces deux classes sont aussi bien représentées sur **Bas-Nindhia** avec trois plans de vol dans la classe  $d > 150$  cerfs/km<sup>2</sup> et un dans la classe  $100 < d < 150$  cerfs/km<sup>2</sup>.

Sur **Boréaré**, la classe  $d > 150$  n'est pas représentée. Cependant deux plans de vol sur ce secteur se positionnent dans la classe  $100 < d < 150$  cerfs/km<sup>2</sup>.



## 4 Discussions, contraintes et recommandations

### 4.1 Discussion

Sur l'ensemble des secteurs et zones de suivi, l'effectif de cerfs cumulé (**2 043**) et la densité globale révélée (**43,5** cerfs/km<sup>2</sup>) témoignent autant i) de la **performance de la détection aérienne** en zone éloignée, et notamment de la sensibilité de la méthodologie innovante de l'IAAD-NC avec capteur thermique qui s'appuie sur l'analyse de vidéos et non pas de photos figées comme c'est généralement le cas (Alliod et Cherif 2022 ; Forsyth *et al.* 2022), que ii) de la **concentration de hardes** dans ces zones difficiles d'accès dans lesquelles la chasse nourricière (aux cerfs) est pratiquement absente et les populations de cerfs hors de contrôle. Cette forte abondance globale, à l'échelle de la surface totale prospectée (4 963,61 ha) en comparaison d'autres sites forestiers (Lebel *et al.* 2001 ; Pangau-adam *et al.* 2022 ; Moriarty 2004), révélée en lisière de forêt humide, explique les forts niveaux d'impacts observés au niveau du sous-bois. En zone forestière, et en particulier en forêt tropicale humide d'altitude, cette densité globale constitue, à notre connaissance pour le Cerf rusa, **une des plus élevées connues jusque-là**. La valeur maximale de densité révélée au niveau du secteur de Boréaré (91,65 cerfs/km<sup>2</sup> sur 188,76 ha) correspond à la plus importante valeur de densité connue pour le Cerf rusa (propriété d'élevage de savanes et de végétation arbustive de la côte Ouest de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, Lebel *et al.* 2011). Enfin, la densité maximale révélée à l'échelle d'un plan de vol (206,78 cerfs/km<sup>2</sup>, soit 110 cerfs détectés sur 53,2 ha du secteur Bas-Nindhia au Nord de la ZP NMA) constitue certainement un **record mondial** toutes espèces de cervidés confondues.

Bien que les sites d'intervention et de suivi du projet PROTEGE soient situés dans la Chaîne centrale (forêt tropicale humide d'altitude), éloignés et en zones particulièrement difficiles d'accès, tous les plans de vol ne sont pas à la même distance de la tribu la plus proche et pourraient ne pas faire l'objet du même niveau de fréquentation ou de dérangement par les chasseurs notamment et, par conséquent, du même niveau de fréquentation versus d'évitement par les cerfs. Cependant, les résultats obtenus ne révèlent **pas d'effet de la distance à la tribu**, avec parfois, au contraire, de très fortes densités à proximité de certaines tribus comme c'est le cas à Konoyes-Shaoué. Sans surprise, cela confirme le fait que la chasse nourricière a, dans ce contexte géographique, un impact très limité voire nul en termes de régulation des populations de cerfs.

### 4.2 Contraintes

Plusieurs contraintes ont été rencontrées au cours de ce suivi entraînant des difficultés dans la détection des ongulés et qui tendent à une sous-estimation très probable des détections réalisées et par conséquent des densités calculées. Ces contraintes sont notamment :

- Différence entre le **MOS 2014** (couche disponible la plus récente des strates de végétation, occupation du sol) et la réalité terrain du fait de l'évolution en 10 ans de l'occupation du sol depuis son édition ; et notamment de révélation de zones arbustives moins favorables à la détection aérienne des cerfs
- Impact de la **période/saisonnalité** du suivi (4 décembre 2023 au 31 mars 2024) : fortes chaleurs à cette période de l'année entraînant des artéfacts thermiques pour les détections, et isolement des cerfs mâles pollets (décembre-janvier) et cornes-molles (février-avril) à l'écart des hardes de biches et généralement particulièrement discrets et cachés. Cette contrainte aurait pu être levée si le suivi avait pu être réalisé en période optimale (juillet-octobre).
- **Dérangements humains** à proximité voire à l'intérieur des surfaces de survol : une trentaine de plans de vols (soit un tiers des 97 au total) pourraient avoir fait l'objet de « probables dérangements humains » et d'un effarouchement des cerfs par la présence de chasseur avec ou sans chiens dans la journée et/ou sur le point de décollage/atterrissage situé au sein de la

surface de plan de vol. Cependant, compte-tenu de la surface moyenne des plans de vols (48 ha) et au regard de la comparaison des résultats obtenus sur les plans de vol avec ou sans « probables perturbations », aucun effet négatif n'a pu être révélé.

### 4.3 Recommandations

- **Concernant de futures sessions de suivi sur les mêmes plans de vols :**
  - Réaliser les missions en période optimale (Juillet-Octobre) pour minimiser les artéfacts et ainsi diminuer les difficultés de détection et le temps d'analyse visuelle des enregistrements vidéo, être dans la période optimale en lien avec la biologie du Cerf et donc avoir une détectabilité optimale des cerfs de toutes classes de sexe et d'âge ;
  - Si nécessaire écarter les plans de vols sur lesquels les effectifs et densités se sont révélés être nuls ou extrêmement réduits au cours de cette première session ;
  - Renforcer l'information auprès de la population et tout particulièrement des chasseurs, en amont des survols, pour limiter autant que possible tout dérangement dans la zone d'intervention et avant le suivi ;
  - Effectuer le survol avec un nombre réduit de personnes au point de télépilotage et les plus discrètes possibles (pas de bruit, feu, etc...) ;
  - Effectuer l'analyse des enregistrements vidéo et par conséquent la détection et le comptage des cerfs et cochons ensauvagés dans les mêmes conditions lors de la prochaine session annuelle de suivi (détection et comptage visuel) et autant que possible par les mêmes opérateurs. Dans tous les cas, préalablement aux analyses futures à réaliser lors de la prochaine session annuelle de suivi, étalonner les méthodes et/ou opérateurs en ré-analysant des plans de vol de la première session annuelle de suivi (2024) afin de s'assurer d'obtenir les mêmes résultats.
  
- **Concernant la mise en place de nouveaux plans de vols dans de nouvelles zones :**
  - Réaliser une orthophoto des zones survolables pour pallier au manque de précisions du MOS si les données ne sont pas récentes (> 2-5 ans) ;
  - Prendre en compte la nouvelle procédure de définition d'intervisibilité détaillée dans le rapport complet (Chapitre 3.3.3.2).
  - Éviter les décollages dans la zone de plans de vol et/ou trop proches de ces derniers.





#### 4.4 Coût de référence de mise en œuvre de l'IAAD NC sur 300 ha

La base de référence de 300 ha a été choisie car elle équivaut à 6 plans de vol du protocole 2 (50 ha / plan de vol environ, Alliod et Cherif, 2022). Ce nombre de plans de vol est opérable, dans le meilleur des cas, en 5 h de vol drone. Ceci est donc réalisable dans la même soirée, tout en restant dans l'activité optimum du cerf (19h30 à 00h30), si toute la mission peut être effectuée du même point de télépilotage (pas de déplacement entre les vols).

Le Tableau 1 ci-après présente les coûts de la mise en œuvre de l'IAAD NC sur 300 ha selon le protocole 2. Ces coûts ne prennent pas en compte les étapes de prospection, définition et sélection des plans de vol selon MOS, déplacements et logistique car celles-ci sont très variables selon le secteur de suivi.

Il est important de signaler que l'extrapolation de ces coûts sur des surfaces moins ou plus étendues que celles présentées dans ce chapitre doit être réalisée avec précaution. En effet, en-deçà d'une surface, certaines étapes comme les démarches réglementaires, les études de risques, les livrables deviennent incompressibles en temps et donc le coût à l'hectare augmente. A l'inverse, plus les surfaces augmentent et plus ces étapes sont lissées dans le temps. Ceci engendre un coût à l'hectare qui diminue.

D'après le tableau ci-après le coût totale (TTC) de mise en œuvre de l'IAAD NC sur 300 ha (hors prospection, définition et sélection des plans de vol selon le MOS, déplacements et logistique) est de **490 780 CFP** ce qui représente un coût à l'hectare de **1 636 CFP/ha** et un coût de près de 81 800 CFP pour un plan de vol de 50ha

**Tableau 1 : Coût de mise en œuvre de l'IAAD-NC sur 300 ha (hors prospection, définition et sélection des plans de vol selon MOS, déplacements et logistique).**

| Désignation   | Etapes de l'IAAD-NC  | Sous-Etapes   | Qté unité d'œuvre                  | unité (en h, jours ou km) | Prix unitaire | Montant HT XPF | Coût Total en CFP (HT) |  |
|---|--|---|------------------------------------|---------------------------|---------------|----------------|------------------------|--|
| Mise en œuvre de l'IAAD NC sur 6 plans de vol d'une superficie totale à survoler de 300 ha, selon Protocole 2 | Démarches réglementaires   | Préparation dossiers réglementaires et techniques, étude du site/projet, analyses des risques air-sol-environnement, création autorisation spécifique de vol de nuit auprès de la DGAC (réunions, cartographie pour NOTAM avec intégration du risque air et sol, dérogations, échanges téléphoniques et mails,...) 10 000 cfp/h | 1                                  | 2 heures                  | 10 000        | 20 000         | 463 000                |  |
|   | Edition des missions   | création/intégration des missions dans le drone selon étude environnementale et risque air et sol (10 000 CFP/h)  | 1                                  | 2 heures                  | 10 000        | 20 000         |                        |  |
|   | Phase terrain  | Véhicule frais kilométrique essence comprise (Aller-retour Nouméa -site depuis nos locaux d'après Google Map à 70 cfp/km selon Grille tarifaire NC)   | Variable selon zone d'intervention |                           |               |                |                        |  |
|   |  | Frais de déplacement du personnel (6 000 cfp/h)   | Variable selon zone d'intervention |                           |               |                |                        |  |
|   |  | Vol drone sur les différentes zones (missions) en h   | 1                                  | 4 heures                  | 36 000        | 144 000        |                        |  |
|   |  | Assistant de terrain spotter (obligation réglementaire) (15 000 cfp/ jour)  | 1                                  | 1 jour                    | 15 000        | 15 000         |                        |  |
|   | Traitement de la donnée et résultats de IAAD-NC                          | Personnel télépilote Ecotone sur terrain hors vol en journée (déplacements sur zone de décollage, préparation zone de décollage, logistique drone, immobilisation sur place...) (20 000 cfp/jour)   | Variable selon zone d'intervention |                           |               |                |                        |  |
|   |  | Estimation de la population. Comptage visuel sur vidéo et vérif par 2 personnes indépendamment, intégration dans QGIS. (10 000 cfp/h)   | 2                                  | 6 heures                  | 10 000        | 120 000        |                        |  |
|   | Logistique annexe (logements, nourritures, guides, chevaux et autres...) | LIVRABLES selon cahier des charges (12 000 cfp/h)   | 1                                  | 12 heures                 | 12 000        | 144 000        |                        |  |
| Logements, nourritures, guides, chevaux et autres...  |  | Variable selon zone d'intervention  |                                    |                           |               |                |                        |  |
| <b>Coût total HT de l'ensemble de la prestation en CFP (mise en œuvre sur 300 ha)</b>                         |  |   |                                    |                           |               |                | <b>463 000</b>         |  |
| <b>TGC 6%</b>   |  |   |                                    |                           | <b>sur:</b>   | <b>463 000</b> | <b>27 780</b>          |  |
| <b>Coût total TTC de l'ensemble de la prestation en CFP</b>   |  |   |                                    |                           |               |                | <b>490 780</b>         |  |

## 5 Références

- ALLIOD R. et CHERIF N. 2022, Étude de faisabilité d'un indice aérien d'abondance cerfs par drone avec capteur thermique sur des zones prioritaires de Nouvelle-Calédonie, Rapport complet, 150 p.
- ALLIOD R. et CHERIF N. 2022, Étude de faisabilité d'un indice aérien d'abondance cerfs par drone avec capteur thermique sur des zones prioritaires de Nouvelle-Calédonie, Fiche technique, version initiale 2022, 4 p.
- ALLIOD R. et CHERIF N. 2024. Mise en œuvre de l'Indice Aérien d'Abondance par Drone avec capteur thermique (IAAD-NC) pour évaluer l'abondance des populations de cerfs sur les zones prioritaires du Massif du Panié, de Néaoua-Mé Adéo et du Massif de Thio (Pic Ningua). Livrable de prestation pour l'ANCB dans le cadre du projet PROTEGE ; Rapport complet Phase 2 - Étape B - Livrable 2, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 115 pages.
- ANCB 2023. Proposition de scénarios de plan de vol pour la mise en œuvre de l'IAAD-NC, suite à la vérification terrain réalisée par Ecotone, dans les Zones Interventions de Néaoua- Mé Adéo, Nord du Panié et Pic Ningua. Note de Synthèse cartographique (Phase A2) ; 14p.
- ANCB 2024. Bilan des actions de régulation et de suivi sur le Domaine de Déva, mis à jour au 31 décembre 2023, 62pp.
- BARRIERE P. 2008. Organisation et mise en place d'un schéma de gestion concertée des populations de cerf rusa sur un massif provincial test - Etude de mise à disposition de la FFCNC d'un domaine provincial - Avant-projet de création d'un « Centre de REGulation des gros gibiers ». 4ème Mission d'expertise « Cerf rusa » suite à l'expertise effectuée par P.B. du 15 Novembre au 10 Décembre 2007 en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande, 136 p.
- BARRIERE P. et C. FORT. 2021. Monographie taxonomique sur le Cerf de Java *Rusa timorensis* : 96-101 In : A. Savouré-Soubelet, C. Arthur, S. Aulagnier, G. Body, C. Callou, P. Haffner, S. Marchandea, F. Moutou & C. Saint-Andrieux - Atlas des mammifères sauvages de France. Volume 2 : Ongulés et Lagomorphes, Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, 392 p.
- Forsyth, D. M., S. Comte, N. E. Davis, A. J. Bengsen, S. D. Côté, D. G. Hewitt, N. Morellet, and A. Mysterud. 2022. Methodology matters when estimating deer abundance: a global systematic review and recommendations for improvements. *Journal of Wildlife Management* e22207.
- LE BEL 1999. Etude de la biologie du Cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en milieu naturel, base d'un plan de gestion des populations de cervidés sauvages. Rapport programme Elevage 9/99, 138pp.
- LE BEL S, SARRAILH J-, BRESCIA F, CORNU A. 2001. Présence du cerf rusa dans le massif de l'Aoupinié en Nouvelle-Calédonie et impact sur le reboisement en kaoris. *Bois et Forêts des Tropiques* (269) : 5-18.
- MORIARTY A J. 2004. Ecology and Environmental Impact of Javan Rusa Deer (*Cervus timorensis rusa*) in the Royal National Park. Thesis, College of Science Technology and Environment School of Science Food and Horticulture University of Western Sydney 414pp.
- PANGAU-ADAM, M., FLASSY, M., TREI, J.-N., WALTERT, M., & SOOFI, M. 2022. The role of the introduced rusa deer *Cervus timorensis* for wildlife hunting in West Papua, Indonesia. *Ecological Solutions and Evidence*, 3, e12118.