

SURVEILLANCE DE L'HERPETOFAUNE AUX ANTILLES ET EN GUYANE

Rapport final

Mai 2026

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41

57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

c/o Isabelle Chauvin

2014 Route de Roquefort

32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org

SIRET 442 242 079 00022



Sommaire

Contexte du projet et objectifs.....	3
Objectifs	3
Présentation du programme de surveillance de l’herpétofaune en Outre-mer	3
Mise au point d’une méthode de priorisation des espèces	4
1. Herpétofaune de Guyane	4
2. Herpétofaune des Antilles.....	5
Protocoles de suivi de l’herpétofaune en Guyane	5
1. Amphibiens de Guyane	5
a. Amphibiens « Littoral »	5
b. Amphibiens « Forêt »	7
c. Amphibiens « Crique »	9
d. Amphibiens « Mares temporaires ».....	11
2. Reptiles de Guyane.....	12
3. Amphibiens des Antilles	14
4. Reptiles des Antilles	14
Synthèse des protocoles.....	17
Consolidation du réseau.....	22
Liste des partenaires et structures impliqués tout au long du projet.....	22
Gestion des données.....	24
Perspectives	24
Annexes	26
Annexe I. « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Guyane »	
Annexe II. « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Antilles »	
Annexe III : « Test protocole de suivi communautés d’amphibiens littoraux »	
Annexe IV. « Livrable L51.1 Rapport technique des analyses et résultats [2024] »	
Annexe V. « Suivi du caïman a lunettes (<i>Caiman crocodilus</i>) sur la réserve des pripris de Yiyi – 2024-2025 »	
Annexe VI. « Suivi du caïman a lunettes (<i>Caiman crocodilus</i>) et du caïman noir (<i>Melanosuchus niger</i>) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : Rapport 2024-2025 »	
Annexe VII. « Rapport de suivi par site occupancy / N-mixture sur la Podocnémide de Cayenne (<i>Podocnemis unifilis</i>) 2024-2025 »	

Rédaction et relecture :

Société herpétologique de France	Audrey Trochet
	Adèle Hurabielle
	Laura Kouyoumdjian
	Anne Lombardi
	ENIA Elodie Courtois

Contexte du projet et objectifs

Les Listes rouges de l'UICN publiées récemment pour les territoires de Guadeloupe, Martinique et Guyane ont mis en évidence le fait que de nombreuses espèces sont menacées, ou ne peuvent être évaluées du fait d'un manque de données à leur sujet. Les tendances de populations restant inconnues pour une très large majorité d'espèces, il est nécessaire de mettre en place une surveillance de celles-ci, afin de pouvoir mesurer d'éventuelles diminutions de leurs populations, et agir rapidement pour garantir leur préservation.

Malgré la disponibilité de quelques protocoles déployés chez certaines espèces, peu d'entre eux ont bénéficié d'une évaluation statistique. Dans ce contexte tropical hébergeant de très nombreuses espèces difficilement détectables, il convient de dresser une liste prioritaire d'espèces sur lesquelles mettre en œuvre des outils de suivi, et de tester des méthodes innovantes pour améliorer leur détection.

Le présent projet prévoyait donc la validation statistique et le déploiement de **protocoles pour le suivi des tendances des populations de certaines espèces d'amphibiens et de reptiles de Guadeloupe, Martinique et Guyane** sur le long terme. Ces protocoles bénéficient d'une animation et d'une coordination nationale, appuyée par des structures locales implantées sur les territoires concernés.

Objectifs

- ↳ Dresser la liste des protocoles nationaux pour le suivi des populations d'amphibiens et de reptiles sur le long terme
- ↳ Obtenir les tendances de populations mesurées sur le terrain
- ↳ Permettre l'évaluation des politiques environnementales

Présentation du programme de surveillance de l'herpétofaune en Outre-mer

Inscrit dans le programme de [surveillance de la biodiversité terrestre](#), ce projet, d'une durée de 3 ans (2023-2026) visait à proposer des protocoles permettant de suivre l'évolution des populations de reptiles et d'amphibiens d'Outre-mer sur le long terme. L'obtention de tendances de populations étant un paramètre clé des politiques environnementales, les résultats de ce programme seront valorisés de multiples façons (rapportage DHFF, listes rouges, suivis ERC, etc.).

Forte de son expérience dans la coordination du programme de surveillance de l'herpétofaune en Hexagone et Corse, la SHF a souhaité, en 2023, déployer cette coordination de la surveillance en Outre-mer. Ces deux projets sont soutenus par PatriNat et sont financés par l'OFB.

Le présent projet se décline en **6 actions** :

- ↳ élaboration de nouveaux protocoles de surveillance : mise au point d'une méthode de priorisation des espèces, étude pilote et calibration des nouveaux protocoles (mise au point de techniques innovantes pour la détection d'espèces cibles), élaboration et validation statistique de nouveaux protocoles de suivi de communauté et de protocoles spécifiques ;

- ↳ validation des protocoles de surveillance existants et déploiement ;
- ↳ consolidation du réseau : animation du comité de pilotage et du réseau de structures appliquant des suivis de populations ;
- ↳ gestion des données issues des protocoles standardisés : accompagnement pour l'utilisation d'outils spécifiques et bancarisation des données ;
- ↳ analyse des données ;
- ↳ communication et valorisation des résultats.

Mise au point d'une méthode de priorisation des espèces

1. Herpétofaune de Guyane

Face au nombre conséquent d'espèces de reptiles et d'amphibiens présentes en Guyane (N=300), une première réflexion concernant la sélection d'espèces prioritaires a été menée dans le cadre de ce projet. L'objectif de cette priorisation est de concentrer les efforts sur les espèces à enjeux, et sur celles pour lesquelles un protocole de suivi long terme est réalisable. À partir de la liste complète des espèces de l'herpétofaune de Guyane, un filtre « détectabilité » a été appliqué en utilisant les données issues de la base de données participative Faune-Guyane jusqu'à fin 2023. Trois catégories ont ainsi été définies.

1. Pour les espèces dont *moins de 35 données* sont disponibles sur Faune-Guyane (N=61 espèces), on considère que ces espèces sont trop rares ou avec une probabilité de détection trop faible pour envisager le développement d'un protocole de suivi sur le long terme dans l'état actuel des connaissances. Il s'agit pour la plupart d'espèces fouisseuses ou arboricoles. Ces espèces ont par conséquent été écartées du projet et ne bénéficient pour l'heure d'aucun protocole de suivi.
2. Pour les espèces dont *entre 35 et 150 données* sont disponibles sur Faune-Guyane (N=74 espèces), une évaluation au cas par cas en fonction de la biologie des espèces a été réalisée. Pour 22 espèces (en particulier des amphibiens), ce faible nombre de données s'explique plutôt par une aire de répartition réduite en Guyane, où des protocoles de suivi long terme adaptés restent envisageables. Pour 52 espèces (en particulier des reptiles), ce faible nombre de données s'explique plutôt par une rareté inhérente ou une faible probabilité de détection des espèces, et il n'est pas possible d'envisager le développement de protocoles de suivi sur le long terme dans l'état actuel des connaissances.
3. Pour les espèces avec *plus de 150 données* sur Faune-Guyane (N=165 espèces), la mise en place d'un suivi long terme est possible dans l'état actuel des connaissances.

À la suite de ce filtre « détectabilité », **191 espèces** (soit 64 % des 300 espèces présentes sur ce territoire ; **113 espèces d'amphibiens** et **79 espèces de reptiles**) ont été retenues. Dans un second temps, ces espèces ont été étudiées au cas par cas, notamment en fonction de leurs habitats, des études déjà mises en œuvre sur ces taxons (si elles existaient), ou en fonction de critères d'accessibilité des sites et de probabilités de détection. La liste des protocoles étudiés, validés et/ou développés est présentée dans les paragraphes suivants.

► **Plus de détails disponibles en Annexe I : « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Guyane ».**

2. Herpétofaune des Antilles

Au vu du faible nombre d'espèces sur ces territoires, une discussion au cas par cas a été réalisée. Au total, 4 espèces d'amphibiens et 21 espèces de reptiles ont été retenues comme « étudiables » pour le développement de protocoles de suivis long terme sur les territoires de la Guadeloupe et de la Martinique. La faisabilité et les besoins de mise en place d'un suivi ont ensuite été évalués en fonction des connaissances et des enjeux sur ces espèces.

► **Plus de détails disponibles en Annexe II : « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Antilles ».**

Protocoles de suivi de l'herpétofaune en Guyane

À partir de la liste des 113 amphibiens sélectionnés dans le paragraphe précédent, les espèces ont ensuite été regroupées par types d'habitats fréquentés. Cette stratégie vise à obtenir des protocoles de type « Communauté » lorsque cela est possible, afin d'utiliser un nombre minimum de protocoles permettant le suivi de plusieurs espèces.

1. Amphibiens de Guyane

a. Amphibiens « Littoral »

Vingt-deux espèces d'amphibiens sont des espèces fréquentant le littoral de Guyane. Deux protocoles de type POPAmphibien « Communauté » avaient été envisagés dans le cadre de ce projet pour permettre le suivi de ces espèces (Tableau 1) :

- un **protocole POPAmphibien « Communauté littoral ouest »**, adapté aux espèces de savanes, dans l'idéal intégrant également les espèces plus ubiquistes ;
- un **protocole POPAmphibien « Communauté littoral est »**, adapté aux espèces de Pripris et marais, dans l'idéal intégrant également les espèces plus ubiquistes.

Suite à une première étude test, ces deux protocoles, basés sur des méthodes de *site occupancy* (présence/absence) et *N-mixture* (comptages répétés) potentiellement couplés avec l'utilisation d'enregistreurs automatiques, ont été regroupés en un protocole « Communauté d'amphibiens littoraux ». L'objectif est de choisir au moins 3 sites de suivi correspondant à des habitats particuliers sur une unité géographique (point d'eau, bordure de savane, bordure de marais, fossé de bord de route, piste avec ornières, etc.) et d'y effectuer 3 passages en début (décembre-janvier), milieu (février-mars) et fin (mai-juin) de saison des pluies, en favorisant des conditions humides. Chaque passage correspond à une prospection nocturne du site avec relevé visuel et audio de toutes les espèces détectées.

Tableau 1. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces d'amphibiens du Littoral de Guyane : [1] = protocole POPAmphibien « Communauté littoral ouest », [2] = protocole POPAmphibien « Communauté littoral est » et [3] = protocole POPAmphibien « Spécifique *Leptodactylus macrosternum* ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Boana raniceps</i>	Rainette des pripris	EN	[2]
<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Rainette de Gaucher	EN	[1]
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactyle ocellé	EN	[3]
<i>Rhinella merianae</i>	Crapaud granuleux	EN	[1]
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Sphénorhynque lacté	EN	[2]
<i>Dendropsophus walfordi</i>	Rainette naine	NT	[1] et [2]
<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Elachistocle du Suriname	NT	[1] et [2]
<i>Hydrolaetare schmidtii</i>	Hydrolétaire de Schmidt	NT	[2]
<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale	NT	[2]
<i>Scinax jolyi</i>	Scinax de Joly	NT	[2]
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Adénomère des herbes	LC	[1] et [2]
<i>Boana punctata</i>	Rainette ponctuée	LC	[1] et [2]
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactyle galonné	LC	[1] et [2]
<i>Leptodactylus nesiotus</i>	Leptodactyle de Trinidad	LC	[1] et [2]
<i>Scinax boesemani</i>	Scinax de Boeseman	LC	[1] et [2]
<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax des savanes	LC	[1] et [2]
<i>Scinax ruber</i>	Scinax des maisons	LC	[1] et [2]
<i>Trachycephalus typhonius</i>	Trachycéphale réticulée	LC	[1] et [2]
<i>Boana xerophylla</i>	Rainette crépitante	DD	[1]
<i>Dendropsophus minusculus</i>	Rainette minuscule	DD	[1]
<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phylloméduse à lèvres blanches	DD	[1]
<i>Scinax x-signatus</i>	Scinax variable	DD	[1] et [2]



Photo 1. Leptodactyle ocellé (*Leptodactylus macrosternum*).

©Elodie Courtois

Il a également été proposé de suivre particulièrement *L. macrosternum* à l'aide d'un protocole spécifique (POPAmphibien « Spécifique *Leptodactylus macrosternum*»). Ce protocole propose de suivre des unités surfaciques d'environ 0.5 ha en début de saison des pluies (décembre-janvier), au travers de 5 sessions de comptage réalisées lors de conditions favorables (humides). Ces sessions de comptage se devront calibrées (15 minutes de recherche à 2 personnes) et le nombre d'unités surfaciques devra être représentatif de la population étudiée.

Ces 2 protocoles, permettant le suivi de 22 espèces au total, ont été validés et feront l'objet de fiches protocoles pour les espèces concernées.

► **Plus de détails disponibles en Annexe III : « Test protocole de suivi communautés d'amphibiens littoraux ».**

b. Amphibiens « Forêt »

Quarante-et-une espèces d'amphibiens fréquentent les forêts de Guyane. Plusieurs protocoles de type POPAmphibien « Communauté » ou « Spécifique » ont été validés et/ou développés dans le cadre de ce projet pour permettre le suivi de ces espèces (Tableau 2) :

- un **protocole POPAmphibien « Communauté anoures diurnes »**, développé antérieurement et pour lequel des suivis ont été amorcés depuis plusieurs années sur 4 sites (réserve Trésor - 35 transects suivis sur 8 ans, Bagne des Annamites – 50 transects suivis sur 3 ans, site Inselberg (Nouragues) – 50 transects suivis sur 7 ans et site Pararé (Nouragues) – 44 transects suivis sur 7 ans). Concernant ce protocole, chaque transect est parcouru 8 fois par an entre janvier et mars avec détection audio et visuelle ;



Photo 2. Dendrobate à tapirer (*Dendrobates tinctorius*). ©Elodie Courtois

- un **protocole POPAmphibien « Spécifique *Dendrobates tinctorius* »** : **par transect linéaire** : ce protocole historique impliquait 16 à 20 passages sur des transects répartis sur plusieurs sites. Une première analyse réalisée en 2018 par le CEFE de Montpellier sur une demande du CEN Guyane pour la période 2013-2018, montrait que ce protocole n'était pas adapté pour une analyse en CMR (Capture-Marquage-Recapture) comme il était initialement prévu. Néanmoins, leurs analyses, confirmées ensuite par l'analyse menée en 2023 dans le cadre du présent projet, montrent que l'on peut utiliser les données issues de ce protocole en les analysant en *site occupancy* (présence/absence) et *N-mixture* (comptages répétés) ; **par quadrat** : mis en place sur 3 sites : réserve Trésor, Inselberg (Nouragues) et Pararé (Nouragues) et en cours de mise en place sur la réserve des marais de Kaw-Roura. Trois placettes sont suivies avec 8 passages tous les deux ans au cours desquels tous les individus sont capturés, écouvillonnés et identifiés par photo. L'effectif est estimé par CMR en population fermée. Ce protocole permet de disposer d'une information de suivi individuel, de pouvoir arriver facilement à un effectif de 30 individus dans les populations de faible densité et de détecter un déclin très important, même s'il n'est pas adapté pour suivre de manière fine la dynamique de population du fait du nombre limité de placettes. Il est conseillé de coupler ce protocole avec le précédent comme c'est le cas par exemple pour la réserve Trésor pour avoir une vue plus juste de l'évolution de l'espèce ;



Photo 3. Hylode des brumes
(*Pristimantis espedeus*).

©Elodie Courtois

► un **protocole POPAmphibien « Spécifique *Pristimantis espedeus* »** basé sur l'amélioration d'un protocole précédent et en couplant un protocole en *site occupancy* (présence/absence) avec utilisation d'enregistreurs automatiques et un protocole en *N-mixture* (comptages répétés). Après plusieurs tests sur sites, il a été convenu de coupler les points d'écoute et les transects altitudinaux. Un protocole basé ainsi sur des enregistreurs automatiques disposés le long de transects altitudinaux et sur des comptages par points d'écoute permettrait de suivre efficacement la distribution altitudinale de l'espèce. En multipliant le nombre de sites, il serait possible de diminuer le nombre de gradients altitudinaux par site tout en conservant la puissance statistique. Un protocole a été validé et nécessite maintenant la mobilisation des acteurs pour son implémentation.

Tableau 2. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces d'amphibiens forestiers de Guyane : [4] = protocole POPAmphibien « Communauté anoures diurnes » existant, [5] = protocoles POPAmphibien « Spécifique *Dendrobates tinctorius* » existants et [6] protocole POPAmphibien « Spécifique *Pristimantis espedeus* ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Pristimantis espedeus</i>	Hylode des brumes	EN	[6]
<i>Allobates femoralis</i>	Allobate fémoral	LC	[4]
<i>Allobates granti</i>	Allobate à flancs noirs	LC	[4]
<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobate cliquetant	LC	[4]
<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	Anomaloglosse des Guyanes	LC	[4]
<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer	LC	[4] et [5]
<i>Rhinella castaneotica</i>	Crapaud feuille	LC	[4]

► Trois protocoles (POPAmphibien « Communauté anoures diurnes », POPAmphibien « Spécifique *Pristimantis espedeus* » et POPAmphibien « Spécifique *Dendrobates tinctorius* ») ont été validés, permettant le suivi de 7 espèces au total. Ils feront l'objet de fiches protocoles pour les espèces concernées. **Plus de détails disponibles en Annexe IV : « Livrable L5.1 Rapport technique des analyses et résultats [2024] ».**

Les analyses des données issues de l'ensemble de ces protocoles montrent que :

- ↳ *Allobates femoralis* semble être stable sur l'ensemble des sites suivis ;
- ↳ *Anomaloglossus baeobatrachus* est en déclin sur l'ensemble des sites suivis, et a disparu localement de Trésor depuis 2019 ; il conviendra de dynamiser le nombre de sites suivis pour voir s'il s'agit d'une tendance générale ou de phénomènes locaux ;
- ↳ sur Trésor, la population de *Dendrobates tinctorius* est estimée à une soixantaine d'individus, stable sur le noyau de population. Les données analysées en *site occupancy* et *N-mixture* sur les transects linéaires qui sont conduits en parallèle confirment cette tendance. Les suivis vont se poursuivre tous les deux ans avec les deux protocoles en parallèle.

c. Amphibiens « Crique »

Vingt-sept espèces d'amphibiens fréquentent les criques de Guyane. Plusieurs protocoles de type POPAmphibien « Communauté » ou « Spécifique » ont été validés et/ou développés dans le cadre de ce projet pour permettre le suivi de ces espèces (Tableau 3) :



Photo 4. Atélope de Guyane
(*Atelopus flavescens*).
©Elodie Courtois

- un **protocole POPAmphibien « Spécifique *Atelopus flavescens* »** déjà existant : ce protocole a été mis en place sur la population complètement isolée du Mont Grand Matoury entre 2013 et 2022. Au total, 53 transects de 50 m sont parcourus 4 fois par an en juin-juillet, avec détection audio et visuelle. Les analyses menées en 2018 par le CEEF et l'analyse menée dans ce projet ont montrées que ce protocole était bien adapté au suivi de cette espèce ;



Photo 5. Anomaloglosse de Blanc (*Anomaloglossus blanci*).
©Elodie Courtois

- un **protocole POPAmphibien « Spécifique *Anomaloglossus blanci* »** développé dans le cadre de ce projet et en co-coordination avec l'association Trésor (financement Fonds Vert complémentaire, DGTG Guyane, Association Trésor, ONF, OFB), en lien avec le PNA en faveur des *Anomaloglossus* et des *Harttiella* de Guyane, qui sera décliné pour *A. degranvillei*, *A. dewynteri* et éventuellement *A. surinamensis* ; ce protocole de type *site occupancy/N-mixture* a été testé sur 4 populations (RNR Trésor, RNN Kaw-Roura et ONF) et consiste à suivre des linéaires de crique de 200 m, divisés en 10 unités de 20 m, à travers 3 passages annuels pendant la saison sèche (en y détectant tous les individus et en prenant des photos des animaux si possible) ; couplés aux passages sur site, l'espèce a également bénéficié d'un suivi par CMR pour l'estimation plus fine des effectifs de ses populations, ainsi que de la mise en place d'enregistreurs automatiques de son, de capteurs d'humidité du sol et d'enregistreurs de la température et de l'hygrométrie de l'air. Le développement d'un algorithme de détection automatique des chants a été confié à l'entreprise Biophonia ;

- un **protocole POPAmphibien « Communauté anoues Crique »** amorcé par l'association Trésor et permettant le suivi de *Cochranella geijskesi*, *Hyalinobatrachium cappellei*, *H. iaspidiense*, *Osteocephalus cabrerai* et *Vitreorana ritae* ; le protocole consiste à suivre des linéaires de crique (environ 1 km) découpés en unité de 50 m, lors de 3 passages annuels entre 19h et minuit. Toutefois, le protocole est très long et nécessite d'être réalisé par un bon spécialiste. Il est donc proposé de garder un protocole communauté pour les *Centrolenidae* en l'adaptant et éventuellement de designer un protocole spécifique pour *O. cabrerai*. Notons l'implication de l'ONF sur ce protocole dès 2024 (RBD Savane virginie).

Tableau 3. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces d'amphibiens forestiers de Guyane : [7] = protocole POPAmphibien « Spécifique *Atelopus flavescens* », [8] = protocole POPAmphibien « Spécifique *Anomaloglossus blanci* », [9] protocole POPAmphibien « Communauté anoures de Crique » existant et [10] protocole POPAmphibien « Spécifique *Hyalinobatrachium kawense* ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc	EN	[8]
<i>Anomaloglossus surinamensis</i>	Anomaloglosse du Suriname	LC	[8]
<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	LC	[7] et [9]
<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolène ponctuée	LC	[9]
<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolène siffleuse	LC	[9]
<i>Vitreorana ritae</i>	Centrolène des Oyampis	LC	[9]
<i>Cochranella geijskesi</i>	Centrolène splendide	DD	[9]
<i>Hyalinobatrachium kawense</i>	Centrolène de Kaw	DD	[10]
<i>Osteocephalus cabrerai</i>	Ostéocéphale lichen	DD	[9]

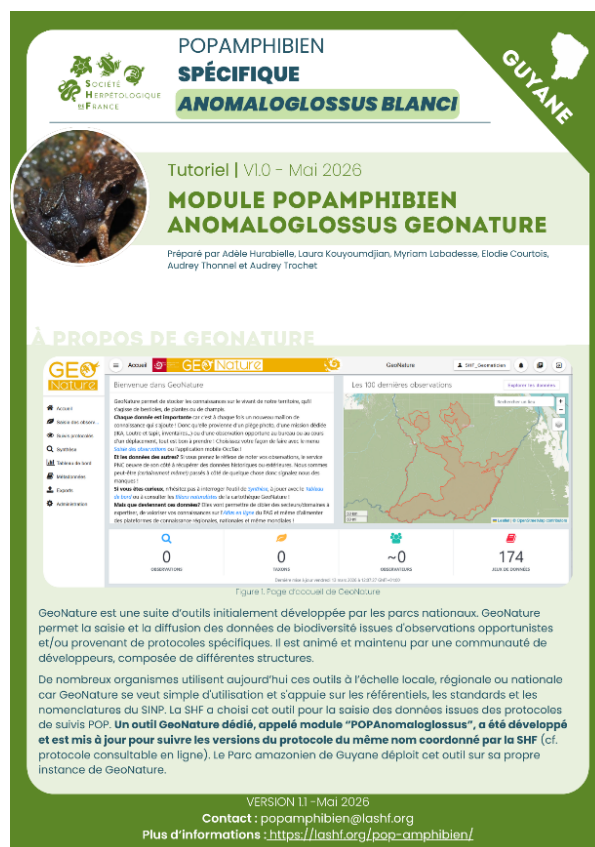
Trois de ces protocoles (POPAmphibien « Spécifique *Atelopus flavescens* », POPAmphibien « Spécifique *Anomaloglossus blanci* » et POPAmphibien « Communauté anoures de Crique ») ont été validés, permettant le suivi de 8 espèces au total. Ils feront l'objet de fiches protocoles pour les espèces concernées. Les autres espèces de criques peuvent être intégrées à ce protocole en fonction des zones qui seront incluses dans les suivis.

► **Plus de détails disponibles en Annexe IV : « Livrable L5.1 Rapport technique des analyses et résultats [2024] ».**

Les analyses des données issues de l'ensemble de ces protocoles montrent que :

- ↳ *Atelopus flavescens* apparaît en déclin sur la base des données visuelles mais pas audio, ce qui montre l'importance de la localisation des transects ; l'espèce semble également avoir disparu localement de Trésor ;
- ↳ les données des suivis crique sont encore trop ponctuelles pour pouvoir estimer des tendances de population ou de communautés.

Le protocole validé sur l'Anomaloglosse de Blanc a fait l'objet d'une fiche protocole disponible dans le catalogue des ressources du site internet de la SHF et sur le site du Parc amazonien de Guyane. Il bénéficie par ailleurs d'un module de saisie des données sous GeoNature, installé sur l'instance [GeoNature du Parc amazonien de Guyane](#). Un tutoriel (pdf) est également disponible sur le site des deux structures afin d'accompagner les acteurs à la saisie des données protocolées de cette espèce.



d. Amphibiens « Mares temporaires »

► un **protocole POPAmphibien « Communauté Mare »** : le projet s'est attaché à tester le développement d'un protocole communauté anoures mares forestières temporaires utilisant notamment des méthodes d'ADNe couplées à l'utilisation d'enregistreurs automatiques. Une partie du financement nécessaire est disponible dans le cadre du projet et un financement complémentaire a été obtenu afin (1) d'augmenter le nombre d'analyses ADNe possible, (2) de financer des jours de terrain pour l'échantillonnage des mares et (3) de développer un indice de diversité acoustique adapté aux communautés de mares temporaires.

Tableau 4. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces d'amphibiens se reproduisant dans des mares temporaires forestières de Guyane : [11] = protocole POPAmphibien « Communauté Mare ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophryne arlequin	LC	[11]
<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phylloméduse tigrine	LC	[11]
<i>Ceratophrys cornuta</i>	Cératophrys cornu	LC	[11]
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Chiasmocle minuscule	LC	[11]
<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	Chiasmocle de Shudikar	LC	[11]
<i>Dendropsophus counani</i>	Rainette de Counani	LC	[11]
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Rainette à bandeau	LC	[11]
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Rainette frangée	LC	[11]
<i>Dendropsophus minutus</i>	Rainette menue	LC	[11]
<i>Hamptophryne boliviana</i>	Hamptophryne de Guyane	LC	[11]
<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactyle de Knudsen	LC	[11]
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactyle à lèvres blanches	LC	[11]
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	Ostéocéphale de Leprieur	LC	[11]
<i>Osteocephalus taurinus</i>	Ostéocéphale taurin	LC	[11]
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phylloméduse bicolore	LC	[11]
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phylloméduse carénée	LC	[11]
<i>Pipa pipa</i>	Pipa américaine	LC	[11]
<i>Scinax proboscideus</i>	Scinax proboscidién	LC	[11]
<i>Trachycephalus coriaceus</i>	Trachycéphale coriace	LC	[11]
<i>Dendropsophus leali</i>	Rainette à oeil rouge	DD	[11]
<i>Scinax sp. 1</i>	Scinax jaune de forêt	Non évalué	[11]
<i>Scinax sp. 2</i>	Scinax à oeil rouge	Non évalué	[11]
<i>Scinax sp. 3</i>	Scinax à taches orange	Non évalué	[11]

Ce protocole POPAmphibien « Communauté Mare » est en cours de finalisation (analyses ADNe et bioacoustiques). Il permettra à terme le suivi des communautés d'amphibiens de mares temporaires.

2. Reptiles de Guyane

Dix-sept espèces de reptiles fréquentent le littoral de Guyane. Parmi ces espèces, 2 (les caïmans) sont ciblées par un protocole de type POPReptile « Spécifique » ayant été amorcé précédemment par la Sepanguy, gestionnaire du site des Pripris de Yiyi et le CEN Guyane, gestionnaire de la Réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura (Tableau 5) :



Photo 6. Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*). ©Elodie Courtois

- un **protocole POPReptile « Spécifique caïmans »** basé sur des méthodes de *site occupancy* (présence/absence), *N-mixture* (comptages répétés) et de *distance sampling* (basée sur la distance – perpendiculaire au transect – de détection). Deux protocoles ont été proposés en fonction de l'habitat (marais ou fleuve) du fait des contextes très différents de navigabilité et de visibilité :
 - un **protocole POPReptile « Spécifique caïmans Pripris de Yiyi – marais »** ;
 - un **protocole POPReptile « Spécifique caïmans Rivière de Kaw – rivière »**.

Tableau 5. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces de reptiles du littoral de Guyane : [12] = protocole POPReptile « Spécifique caïmans Pripris de Yiyi – marais » et [13] protocole POPReptile « Spécifique caïmans Rivière de Kaw – rivière ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Melanosuchus niger</i>	Caïman noir	NT	[12] et [13]
<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunettes	LC	[12] et [13]

Le Caïman rouge n'ayant pas été suffisamment détecté lors des tests de ces protocoles, seules les deux autres espèces de caïmans seront maintenues comme espèces cibles.

- **Plus de détails disponibles en Annexe V : « Suivi du caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des Pripris de Yiyi – 2024-2025 » et VI : « Suivi du caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : Rapport 2024-2025 »**

Par ailleurs, 62 espèces de reptiles sont forestières. Une seule a été sélectionnée pour la mise en œuvre d'un protocole de suivi, la Podocnémide de Cayenne, pour laquelle des suivis avaient été lancés par l'association Kwata précédemment (Tableau 6) :



Photo 7. Podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*). ©Elodie Courtois

- un **protocole POPReptile « Spécifique Podocnemis unifilis »** basé sur des méthodes de *site occupancy* (présence/absence) et *N-mixture* (comptages répétés), en utilisant les informations issues de l'analyse des données existantes ; 4 passages annuels sont nécessaires pour le suivi de cette espèce, entre juillet et novembre, le long de linéaires de 200 m ; une dynamisation du réseau est en cours (Parc amazonien de Guyane, Réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura, association Kwata, Réserve naturelle nationale des Nouragues).

Tableau 6. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces de reptiles du Littoral de Guyane : [14] = protocole POPReptile « Spécifique *Podocnemis unifilis* ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole.s de suivi
<i>Podocnemis unifilis</i>	Podocnémide de Cayenne	VU	[14]

Ces deux protocoles (protocole POPReptile « Communauté caïmans » et POPReptile « Spécifique *Podocnemis unifilis* ») ont été validés, permettant le suivi de 3 espèces au total. Ils feront l’objet de fiches protocoles pour les espèces concernées.

► **Plus de détails disponibles en Annexe VII : « Rapport de suivi par site occupancy / N-mixture sur la Podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) 2024-2025 »**

3. Amphibiens des Antilles

Les protocoles de suivi développés sur les amphibiens des Antilles sont les suivants (Tableau 7) :

- un **protocole POPAmphibien « Communauté » centré sur les espèces suivantes** : *Allobates chalcopis*, *Eleutherodactylus martinicensis* et *Eleutherodactylus pinchoni* et basé sur des suivis en présence/absence permettant une analyse en *site occupancy*. Ce protocole nécessite en revanche une étude pilote (*en cours*) préalable permettant (1) d’affiner les connaissances sur la distribution de ces trois espèces, (2) de préciser leur phénologie et leur rythme d’activité afin d’affiner la période des suivis et dimensionner au mieux le nombre de sites et le nombre de passages et (3) de développer un algorithme de reconnaissance automatique pour ces 3 espèces ainsi que pour l’espèce *Eleutherodactylus johnstonei*.

Tableau 7. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces d’amphibiens des Antilles : [15] = protocole POPAmphibien « Communauté ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Martinique	Catégorie Liste rouge Guadeloupe	Protocole.s de suivi
<i>Allobates chalcopis</i>	Allobate de Martinique	CR		[15]
<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>	Hylode de Pinchon		VU	[15]
<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Hylode de la Martinique	NT	NT	[15]

Ce protocole est en attente des résultats de l’étude pilote (actuellement en cours). Il permettra à terme le suivi de 3 espèces au total.

4. Reptiles des Antilles

Vingt-et-une espèces de reptiles sont présentes sur les territoires de la Guadeloupe et de la Martinique. Le filtre « détectabilité » a permis de retirer de la discussion un certain nombre d’espèces. Finalement, la mise en place d’un suivi sur le long terme apparait comme prioritaire pour quatre espèces de reptiles des Antilles : *Iguana delicatissima*, *Mabuya desiradae*, *Thecadactylus rapicauda* et *Sphaerodactylus phyzacinus* (Tableau 8) :

- un **protocole POPReptile « Spécifique *Iguana delicatissima* »** basé sur du suivi de type comptages répétés et *distance sampling* (testé et validé sur La Désirade). Couplé aux suivis CMR de l’espèce réalisés depuis plus de 10 ans sur 3 populations (Désirade, RNN des îlets de Petite Terre en Guadeloupe et Îlet chancel en Martinique), ce protocole de suivi sans capture permet d’obtenir d’autres paramètres qui, associés aux résultats de CMR, améliorent la connaissance de cette espèce PNA. Ces protocoles sont déjà implémentés, certains depuis plusieurs années ;



Photo 8. Couresse des Saintes
(*Alsophis sanctonum*).
©Elodie Courtois



Photo 9. Scinque guadeloupéen
(*Mabuya desiradae*).
©Elodie Courtois



Photo 10. Thécadactyle à queue
turbinée (*Thecadactylus aff.*
rapicauda). ©Elodie Courtois

- un **protocole POPReptile « Spécifique *Alsophis sanctonum* »** ayant été amorcé avant le début du projet (financement OFB Antilles, réalisation ENIA et Ardops environnement). Le protocole retenu à l'issue des différents tests consiste à parcourir 8-10 fois par an, entre août et décembre, des transects localisés sur l'archipel des Saintes (Terre-de-Haut, Terre-de-bas et l'îlet à Cabrit) entre 8h et 17h. Un financement (OFB et DEAL Guadeloupe, SHF – ENIA – Ardops environnement) a déjà été obtenu pour implémenter ce protocole sur les 3 prochaines années ;
- un **protocole POPReptile « Spécifique *Mabuya desiradae* »** basé sur du suivi en présence/absence permettant une analyse en *site occupancy* avec une adaptation locale en fonction des micro-habitats préférentiels de l'espèce sur les 3 populations suivantes : **massif du Chameau** (Terre-de-Haut, archipel des Saintes), **Terre-de-Bas** (Réserve naturelle des îlets de Petite Terre) et **La Désirade**. Un financement (OFB et DEAL Guadeloupe, SHF – ENIA – Ardops environnement) a déjà été obtenu pour implémenter ces protocoles sur le **massif du Chameau** (Terre-de-Haut, archipel des Saintes) et sur **Terre-de-Bas** (Réserve naturelle des îlets de Petite Terre), en partenariat avec le gestionnaire de la Réserve naturelle sur les 3 prochaines années.
- un **protocole POPReptile « Spécifique *Thecadactylus rapicauda* »** basé sur un suivi en *site occupancy/N-mixture* en testant l'utilisation d'abris artificiels pour augmenter la probabilité de détection de l'espèce tout en couplant avec un suivi des geckos envahissants sur les mêmes sites. Des abris artificiels ayant été déployés en 2023 par Caribaea initiative en Martinique sur 6 localités, l'OFB Antilles a également mené une étude pilote réutilisant ces abris pour le test du protocole. Le design du protocole et l'analyse des données ont été réalisés dans le cadre de ce projet. Il apparaît que 3 passages annuels s'avèrent nécessaires pour le suivi de cette espèce. Des localités dans le même contexte avec un nombre équivalent d'abris doivent également rajoutées en Guadeloupe pour compléter ce test (financement complémentaire à rechercher).
- un **protocole POPReptile « Spécifique *Sphaerodactylus phyzacinus* » (non réalisé dans le cadre du projet)** divisé en **deux protocoles complémentaires** généralisés aux espèces du même genre :
 - un protocole **d'estimation de densité par comptage exhaustif** sur des quadrats de 2 m x 2 m (ou 1 m x 1 m) sur la population de Grand-îlet : le nombre et la localisation de ces quadrats devront être définis en fonction de l'accessibilité et de la puissance nécessaire pour détecter un éventuel changement dans les densités ;

- un protocole de suivi **en utilisant des abris artificiels** pour les populations de Terre-de-Haut, Terre-de-Bas et de l'îlet à Cabrit sur l'archipel des Saintes : ce protocole devrait être testé plus spécifiquement pour définir le matériel qui convient le mieux et l'effort minimum à mettre en place pour arriver à des résultats suffisants. Des partenaires doivent être mobilisés pour la mise en place de ces tests ;
- test protocole de suivi pour ***Sphaerodactylus sp.*** en prenant en espèce modèle *S. phyzacinus* (Archipel des Saintes).

Tableau 8. Liste des protocoles déployés pour le suivi des espèces de reptiles des Antilles : [16] = protocole POPReptile « Spécifique *Iguana delicatissima* », [17] = protocole POPReptile « Spécifique *Alsophis sanctonum* », [18] = protocole POPReptile « Spécifique *Mabuya desiradae* », [19] = protocole POPReptile « Spécifique *Thecadactylus rapicauda* », [20] = protocole POPReptile « Spécifique *Sphaerodactylus phyzacinus* ».

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Martinique	Catégorie Liste rouge Guadeloupe	Protocole.s de suivi
<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles	CR	CR	[16]
<i>Alsophis sanctonum</i>	Couresse des Saintes		EN	[17]
<i>Mabuya desiradae</i>	Scinque guadeloupéen		EN	[18]
<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>	Sphérodactyle des Saintes		EN	[20]
<i>Sphaerodactylus vincenti</i>	Sphérodactyle de Saint-Vincent	NT		[20]
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Thécadactyle à queue turbinée	NT	LC	[19]
<i>Sphaerodactylus fantasticus</i>	Sphérodactyle bizarre		LC	[20]
<i>Sphaerodactylus festus</i>	Sphérodactyle cocardé	LC		[20]

Un certain nombre de ces protocoles (POPReptile « Spécifique *Mabuya desiradae* », POPReptile « Spécifique *Alsophis sanctonum* », POPReptile « Spécifique *Thecadactylus rapicauda* », et POPReptile « Spécifique *Iguana delicatissima* ») ont été validés, permettant le suivi de 4 espèces au total. Ils feront l'objet de fiches protocoles pour les espèces concernées. De futurs efforts seront nécessaires pour tester et valider des protocoles pour les *Sphaerodactylus sp.*

► **Plus de détails disponibles en Annexe IV : « Livrable L5.1 Rapport technique des analyses et résultats [2024] ».**

Synthèse des protocoles

Au total, en Guyane, **61 espèces d'amphibiens et 3 espèces de reptiles** bénéficient désormais de protocoles de suivi long terme pour l'évaluation de l'état de leurs populations au cours du temps. **Quatorze protocoles** ont ainsi été étudiés, validés et ou développés au cours du projet sur ce territoire. En Guadeloupe et à la Martinique, **11 espèces** bénéficient désormais de **6 protocoles** de suivi (Tableau 9).

Le protocole POPAmphibien « Spécifique *Anomaloglossus blanci* » est le premier à être valorisé au travers d'une fiche protocole et d'un module de saisie sous GeoNature. Tous les protocoles validés dans le cadre de ce projet bénéficieront prochainement des mêmes outils et seront diffusés selon les mêmes canaux.

Tableau 9. Liste des protocoles validés pour le suivi de l'herpétofaune aux Antilles et en Guyane, et espèces cibles associées.

Territoire	Protocoles de suivi		Type de protocole	Brève description	Nom scientifique	Nom vernaculaire
GUYANE	[1] et [2]	POPAmphibien « Communauté littoral (ouest et est) »	Site occupancy N-mixture	• suivi de 3 sites (habitats favorables) • 3 passages annuels nocturnes (décembre - juin) • relevés visuels et auditifs (enregistreurs automatiques) • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Adénomère des herbes
					<i>Boana punctata</i>	Rainette ponctuée
					<i>Boana raniceps</i>	Rainette des pripris
					<i>Boana xerophylla</i>	Rainette crépitante
					<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Rainette de Gaucher
					<i>Dendropsophus minusculus</i>	Rainette minuscule
					<i>Dendropsophus walfordi</i>	Rainette naine
					<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Elachistocle du Suriname
					<i>Hydrolaetare schmidtii</i>	Hydrolétaire de Schmidt
					<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactyle galonné
					<i>Leptodactylus nesiotus</i>	Leptodactyle de Trinidad
					<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phylloméduse à lèvres blanches
					<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale
					<i>Rhinella merianae</i>	Crapaud granuleux
					<i>Scinax boesemani</i>	Scinax de Boeseman
					<i>Scinax jolyi</i>	Scinax de Joly
					<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax des savanes
					<i>Scinax ruber</i>	Scinax des maisons
					<i>Scinax x-signatus</i>	Scinax variable
					<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Sphénorhynque lacté
					<i>Trachycephalus typhonius</i>	Trachycéphale réticulée
	[3]	POPAmphibien « Spécifique <i>Leptodactylus macrosternum</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi d'unités surfaciques (0.5 ha) • 5 passages annuels (décembre - janvier) de 15 min à 2 observateurs • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactyle ocellé

GUYANE	[4]	POPAmphibien « Communauté anoures diurnes »	Site occupancy N-mixture	• suivi de transects • 8 passages annuels (janvier - mars) • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Allobates femoralis</i>	Allobate fémoral
					<i>Allobates granti</i>	Allobate à flancs noirs
					<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobate cliquetant
					<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	Anomaloglosse des Guyanes
					<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer
	[5]	POPAmphibien « Spécifique <i>Dendrobates tinctorius</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi de transects • 16 à 20 passages tous les 2 ans • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer
			CMR	• suivi par quadrat • 8 passages tous les deux ans • capture et marquage (photos) des individus		
	[6]	POPAmphibien « Spécifique <i>Pristimantis espedeus</i> »	Site occupancy N-mixture	• Suivis de transects altitudinaux (enregistreurs automatiques) • comptage du nombre de mâles chanteurs sur des points d'écoute.	<i>Pristimantis espedeus</i>	Hylode des brumes
	[7]	POPAmphibien « Spécifique <i>Atelopus flavescens</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi de transects de 50 m • 4 passages annuels (juin- juillet) • relevés visuels et auditifs • comptage du nombre d'individus détectés	<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane
	[8]	POPAmphibien « Spécifique <i>Anomaloglossus blanci</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi de linéaires de crique de 200 m • 3 passages annuels (saison sèche) • comptage du nombre d'individus vus	<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc
					<i>Anomaloglossus surinamensis</i>	Anomaloglosse du Suriname
	[9]	POPAmphibien « Communauté anoures de Crique »	Site occupancy N-mixture	• suivi de linéaires de crique de 1 km • 3 passages annuels (saison sèche) • comptage du nombre d'individus par espèce détectée Peut intégrer d'autres espèces de criques	<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolène ponctuée
					<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolène siffleuse
					<i>Vitreorana ritae</i>	Centrolène des Oyampis
					<i>Cochranella geijskesi</i>	Centrolène splendide
					<i>Osteocephalus cabrerai</i>	Ostéocéphale lichen

GUYANE	[11]	POPAmphibien « Communauté Mare »	Site occupancy N-mixture	• en cours de tests • suivi de mares forestières temporaires • utilisation de l'ADN environnemental	<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophryne arlequin
					<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phylloméduse tigrine
					<i>Ceratophrys cornuta</i>	Cératophrys cornu
					<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Chiasmocle minuscule
					<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	Chiasmocle de Shudikar
					<i>Dendropsophus counani</i>	Rainette de Counani
					<i>Dendropsophus leali</i>	Rainette à oeil rouge
					<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Rainette à bandeau
					<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Rainette frangée
					<i>Dendropsophus minutus</i>	Rainette menue
					<i>Hamptophryne boliviana</i>	Hamptophryne de Guyane
					<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactyle de Knudsen
					<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactyle à lèvres blanches
					<i>Osteocephalus leprieurii</i>	Ostéocéphale de Leprieur
					<i>Osteocephalus taurinus</i>	Ostéocéphale taurin
					<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phylloméduse bicolore
					<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phylloméduse carénée
					<i>Pipa pipa</i>	Pipa américaine
					<i>Scinax proboscideus</i>	Scinax proboscidién
					<i>Scinax sp. 1</i>	Scinax jaune de forêt
					<i>Scinax sp. 2</i>	Scinax à oeil rouge
					<i>Scinax sp. 3</i>	Scinax à taches orange
					<i>Trachycephalus coriaceus</i>	Trachycéphale coriace
	[12] et [13]	POPReptile « Spécifique Caïmans des Pripris de Yiyis » et POPReptile « Spécifique Caïmans de Kaw »	Site occupancy N-mixture Distance sampling	• suivi marais/rivières • 3 passages annuels (juillet - novembre) • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée • Mesures distance perpendiculaires	<i>Melanosuchus niger</i>	Caïman noir
					<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunettes
	[14]	POPReptile « Spécifique <i>Podocnemis unifilis</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi de linéaires de 200 m • 4 passages annuels (juillet - novembre) • comptage du nombre d'individus vus	<i>Podocnemis unifilis</i>	Podocnémide de Cayenne

ANTILLES	[15]	POPAmphibien « Communauté »	Site occupancy N-mixture	• en cours de tests	<i>Allobates chalcopis</i>	Allobate de la Martinique
					<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>	Éleuthérodactyle de Pinchon
					<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Éleuthérodactyle de Martinique
	[16]	POPReptile « Spécifique <i>Iguana delicatissima</i> »	Site occupancy N-mixture Distance sampling	• 5 passages annuels • comptage du nombre d'individus vus	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles
	[17]	POPReptile « Spécifique <i>Alsophis sanctonum</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi de transects • 8-10 passages annuels (août - décembre) • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Alsophis sanctonum</i>	Couleuvre des Saintes
	[18]	POPReptile « Spécifique <i>Mabuya desideradae</i> »	Site occupancy N-mixture	• suivi d'unités (massifs de bromeliaceae ou linéaire de murets) • 5 à 6 passages annuels • comptage du nombre d'individus vus par espèce détectée	<i>Mabuya desideradae</i>	Scinque guadeloupéen
	[19]	POPReptile « Spécifique <i>Thecadactylus rapicauda</i> »	Site occupancy N-mixture	• utilisation d'abris artificiels	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Thécadactyle à queue turbinée
	[20]	POPReptile « Spécifique <i>Sphaerodactylus phyzacinus</i> »	Site occupancy N-mixture	en cours de tests	<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>	Sphérodactyle des Saintes
					<i>Sphaerodactylus vincenti</i>	Sphérodactyle de Saint-Vincent
					<i>Sphaerodactylus fantasticus</i>	Sphérodactyle bizarre
					<i>Sphaerodactylus festus</i>	Sphérodactyle cocardé

Consolidation du réseau

Liste des partenaires et structures impliqués tout au long du projet



Tout au long du projet, de nombreux échanges ont eu lieu entre la SHF, structure coordinatrice du projet, ENIA, structure en charge des analyses statistiques et des tests sur le terrain, et les partenaires nombreux et variés associés. Des points réguliers sur l'état d'avancement du projet ont été planifiés lors de comités de pilotage (COPIL), organisés une fois par an et par territoire :

- ▶ 18 décembre 2023 : COPIL n°1 surveillance de l'herpétofaune aux Antilles (distanciel) ;
- ▶ 19 décembre 2023 : COPIL n°1 surveillance de l'herpétofaune en Guyane (distanciel) ;
- ▶ 21 mai 2024 : COPIL n°2 surveillance de l'herpétofaune en Guyane (présentiel) ;
- ▶ 24 juin 2024 : COPIL n°2 surveillance de l'herpétofaune aux Antilles (distanciel) ;

- ▶ 06 juin 2025 : COPIL n°3 surveillance de l'herpétofaune en Guyane (distanciel) ;
- ▶ 13 juin 2025 : COPIL n°3 surveillance de l'herpétofaune aux Antilles (distanciel) ;
- ▶ 11 décembre 2025 : COPIL n°4 surveillance de l'herpétofaune en Guyane (distanciel) ;
- ▶ 09 janvier 2026 : COPIL n°4 surveillance de l'herpétofaune aux Antilles (distanciel) ;
- ▶ Une réunion de fin de projet s'est également tenue en distanciel le 29 avril 2026.

La réalisation du COPIL n°2 en Guyane (photo 11) a permis à l'ensemble des partenaires de se rencontrer (gestionnaires des réserves du Mont Grand Matoury, Trésor, de la Trinité, des Nouragues, des marais de Kaw-Roura, CEN Guyane, CNRS-LEEISA, ENIA, association Trésor, CERATO, Parc amazonien de Guyane, OFB Guyane, GEPOG, SEPANGUY, ONF Guyane, association Kwata, DGTM Guyane, SHF) et d'échanger de manière très constructive sur les protocoles, les espèces, ainsi que les analyses effectuées.



Photo 11 : Comité de pilotage n°2 sur la surveillance de l'herpétofaune guyanaise (Cayenne), visite des espaces naturels en Guyane et rencontre avec l'herpétofaune locale (mai 2024 ; ©Anne Lombardi - SHF et ©Audrey Trochet – SHF).

Gestion des données

Suite au COPIL n° 2 ayant eu lieu en Guyane, une réunion spécifique sur la possibilité d'implémenter des modules Geonature pour la saisie des données protocolées a également eu lieu le mercredi 22 mai de 10h à 11h30 au Parc amazonien de Guyane (PAG). L'objectif de cette réunion était de définir la possibilité de mettre en place des modules de saisie des données protocolées sur le modèle de ce qui a été déployé pour l'hexagone. Les modules ne sont pour l'instant pas disponibles sous forme d'application pour une saisie sur le terrain mais ce développement est en cours. Il existe également en Hexagone un module CMR qui pourrait être adapté pour la saisie de données protocolées de type CMR.

Suite à ces présentations et aux discussions qui en ont suivi, il a été décidé :

(1) de rattacher les modules POPAmphibien et POPReptile de Guyane à l'instance GeoNature du Parc amazonien de Guyane. Une convention SHF/PAG a été rédigée en ce sens en 2025, qui détaille notamment les échanges et flux de données entre les deux structures et le versement des données au SINP ;

(3) que le design de ces modules, adaptés des modules existants pour l'Hexagone soit réalisé par la géomaticienne de la SHF puis déployé par celle du Parc amazonien de Guyane ;

(4) que la structuration des modules soit réalisée par la SHF et ENIA pour les protocoles déjà existants afin qu'ils puissent être opérationnels rapidement ;

(5) dans l'attente de ces modules, qu'il soit proposé aux structures implémentant ces protocoles de passer par un formulaire type kobotoolbox (<https://www.kobotoolbox.org/>) pour la saisie des données afin d'améliorer la structuration des jeux de données.

Sur les territoires des Antilles, la SHF s'est rapprochée du Parc naturel régional de Martinique et du Parc national de Guadeloupe, structures très impliquées dans le fonctionnement de leur plateforme SINP régionale. Concernant ces structures, la SHF souhaite adopter un fonctionnement similaire à celui trouvé avec le Parc amazonien de Guyane. Le passage récent du Parc national de Guadeloupe à GeoNature permet d'envisager l'installation des futurs modules de saisie des protocoles antillais sur ce territoire. Pour la Martinique, la SHF reste en attente d'un retour sur la possibilité de mettre en place un outil de saisie GeoNature. Si ce n'est pas envisageable, les modules pourraient être installés sur l'instance GeoNature de la SHF, même si la gestion des données à l'échelon régional est privilégiée dans le cadre du programme.

Perspectives

Le programme de surveillance de l'herpétofaune en Guyane et aux Antilles a permis de consolider et/ou de développer des protocoles de suivi stables, validés statistiquement, dont les gestionnaires et naturalistes peuvent désormais s'emparer afin d'aboutir à une meilleure connaissance des tendances de populations des espèces cibles.

Des fiches protocoles sont en cours de finalisation (l'une d'elle est finalisée et en ligne sur le site de la SHF et du Parc amazonien de Guyane) par la SHF. Des modules de saisie, implémentés sous GeoNature, sont également en cours (l'un d'eux est d'ores et déjà disponible sur l'instance GeoNature du Parc amazonien de Guyane). La dynamique lancée dans le cadre du présent projet doit impérativement être maintenue, afin d'accompagner les acteurs des territoires à la mise en œuvre des suivis, veiller à la bonne saisie des données et analyser ces dernières régulièrement.

Certains protocoles nécessitent encore des tests afin d'aboutir à des versions consolidées. En parallèle de ce projet, plusieurs structures partenaires ont obtenu des financements complémentaires, ayant permis de réaliser des tests de protocoles sur le terrain pour une amélioration des protocoles initiaux. Notons quelques-uns de ces projets :

- ▶ Financement complémentaire OFB, DEAL de Guadeloupe et de Martinique pour l'étude pour la mise en place d'un POPAmphibien « Communauté » *Eleutherodactylus martinicensis*, *E. pinchoni* et *Allobates chalcopis* ;
- ▶ Financement OFB et DEAL Guadeloupe en collaboration avec la RN des îlets de Petite Terre pour implémentation du POPReptile « Spécifique » *Mabuya desiradae* (Saintes et RNN des îlets de Petite Terre) et *Alsophis sanctonum* sur 3 ans ;
- ▶ PNA Scinques, geckos et couresses (avis favorable du CNPN reçu, fin de la consultation publique) dans lequel des actions liées aux suivis des espèces sont listées ;
- ▶ PNA Iguane des Petites Antilles (3^e PNA en cours de rédaction) dans lequel des actions liées au suivi de l'espèce sont listées ;
- ▶ LIFE Rept'Island (accepté, en attente d'une convention courant juin avec début des actions prévu en septembre 2026) dans lequel des actions liées aux suivis des espèces sont listées.

La surveillance de l'herpétofaune, quel que soit le territoire concerné, nécessite une animation et une coordination nationales et régionales, afin que les acteurs trouvent les outils et l'accompagnement nécessaire permettant de garantir le suivi long terme des populations.

Annexes

Annexe I. « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Guyane »

L2.1. LISTE DES ESPÈCES PRIORITAIRES SUR LESQUELLES DÉVELOPPER DES PROTOCOLES DE SUIVI

Version 1, livrable
Guyane

Juillet 2024

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41

57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

c/o Isabelle Chauvin

2014 Route de Roquefort

32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org

SIRET 442 242 079 00022



SOMMAIRE

Figures et Tableaux	3
Contexte.....	4
Filtre 'déteçtabilité'	4
Amphibiens.....	5
Espèces de la catégorie 'Littoral'	5
Espèces de la catégorie 'Forêt'	11
Espèces de la catégorie 'Inselberg'	11
Espèces de la catégorie 'Crique'	13
Espèces de la catégorie 'Mares forestières'	15
Reptiles.....	16
Espèces de la catégorie 'Littoral'	16
Espèces de la catégorie 'Forêt'	18
Plan d'actions Guyane.....	19
Amphibiens.....	19
Reptiles.....	20
Récapitulatif.....	21

Rédaction et relecture :

Société Herpétologique de France
ENIA

Audrey Trochet
Anne Lombardi
Elodie Courtois

Figures et Tableaux

Figure 1. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'OUEST' basée sur les données Faune-Guyane.....	7
Figure 3. Espèces littorales 'EST'.....	8
Figure 2. Espèces littorales 'OUEST'.....	8
Figure 4. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'EST' basée sur les données Faune-Guyane.....	9
Figure 5. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'UBIQUISTE' basée sur les données Faune-Guyane.....	10
Figure 6. <i>Pristimanti espedeus</i> , mâle en position de chant.....	11
Figure 7. <i>Anomaloglossus blanci</i> , mâle portant ses imagos.....	13
Figure 8. Les trois espèces de caïmans concernées par le protocole 'communauté' proposé ..	17
Figure 9. Podocnémide de Cayenne (<i>Podocnemis unifilis</i>) en thermorégulation sur le fleuve Oyapock	18
Tableau 1. Espèces d'amphibiens et de reptiles présentes en Guyane avec leur catégorie UICN sur la liste régionale.....	4
Tableau 2. Répartition des 22 espèces d'amphibiens anoures de la catégorie 'littorale' dans les 3 sous catégories 'OUEST', 'EST' et 'UBIQUISTES'.....	6
Tableau 3. Liste des 38 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Forêt'.....	12
Tableau 4. Liste des 38 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Crique'.....	14
Tableau 5. Liste des 23 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Mare forestière'.....	15
Tableau 6. Liste des 17 espèces de reptiles de la catégorie 'Littoral'.....	16

Contexte

Le projet de surveillance de l’herpétofaune guyanaise et antillaise prévoit **la validation statistique de protocoles pour le suivi des tendances des populations de certaines espèces d’amphibiens et de reptiles de Guadeloupe, Martinique et Guyane** sur le long terme. Le nombre d’espèces d’amphibiens et de reptiles étant élevé dans les trois territoires concernés, la mise en place de protocoles de surveillance sur l’ensemble des espèces paraît irréalisable. De plus, certaines espèces sont extrêmement difficile à détecter, nécessitant des efforts considérables afin d’obtenir une puissance statistique suffisante.

Pour la Guyane, le nombre d’espèces d’amphibiens et de reptiles est très élevé (Tableau 1) et nécessite une méthodologie de hiérarchisation des priorités pour le développement de protocoles de suivi. La méthode retenue pour la hiérarchisation des priorités pour ce territoire est basée sur (1) une évaluation de la faisabilité d’un protocole de suivi (filtre ‘détectabilité’), (2) une catégorisation par habitat et (3) une priorisation selon le statut d’endémisme et de menace et sur les besoins du territoire en termes de connaissance des tendances.

Tableau 1. Espèces d’amphibiens et de reptiles présentes en Guyane avec leur catégorie UICN sur la liste régionale.

	Groupe	CR	EN	VU	NT	DD	LC	Non évalué	Total
Amphibia	Anoures	2	7		5	15	80	18	127
	Gymnophiones					9			9
Reptilia	Amphisbènes					1	2		3
	Caïmans				1		3		4
	Lézards			2	3	6	30	5	46
	Serpents	3	7	2	2	12	71	3	100
	Tortues		1	1	1		7	1	11
		5	15	5	12	43	193	27	300

Filtre ‘détectabilité’

Ce filtre a été appliqué en utilisant les données issues de la base de données participative Faune-Guyane jusqu’à fin 2023. Trois catégories ont ainsi été définies :

1. pour toutes les espèces avec **moins de 35 données sur Faune-Guyane (N = 61 espèces)**, on considère que ces espèces sont trop rares ou avec une probabilité de détection **trop faible pour envisager le développement d’un protocole de suivi sur le long terme dans l’état actuel des connaissances**. Il s’agit pour la plupart d’espèces fouisseuses ou arboricoles ;

2. pour les espèces avec **entre 35 et 150 données sur Faune-Guyane (N=74 espèces)**, une évaluation au cas par cas en fonction de la biologie des espèces a été réalisée. Pour **22 espèces** (en particulier des amphibiens), ce faible nombre de données s'explique plutôt par une aire de répartition réduite en Guyane, où des **protocoles de suivi long terme adaptés restent envisageables**. Pour **52 espèces** (en particulier reptiles), ce faible nombre de données s'explique plutôt par une rareté inhérente ou une faible probabilité de détection des espèces, et il n'est **pas possible d'envisager le développement de protocoles de suivi sur le long terme** dans l'état actuel des connaissances ;
3. pour toutes les espèces avec **plus de 150 données sur Faune-Guyane (N=165 espèces)**, la mise en place d'un suivi long terme est **possible dans l'état actuel des connaissances**.

À la suite de ce filtre 'déteçtabilité', seules **191 sur les 300 espèces** (64 %) représentant **113 espèces d'amphibiens** et **79 espèces de reptiles** sont discutées ci-dessous.

Amphibiens

Pour les amphibiens, les 113 espèces ont été attribuées à **5 catégories** d'habitats :

- **Littoral** – espèces présentes dans la mosaïque d'habitats littoraux (savanes, marais, essentiellement milieux ouverts) – **N = 22 espèces** ;
- **Forêt** – espèces forestières affranchies des habitats aquatiques « classiques » ou liées aux zones de bas-fond – **N = 38 espèces** ;
- **Inselberg** – espèces caractéristiques des savanes roches – **N = 2 espèces** ;
- **Crique** – espèces forestières liées aux cours d'eau de petite ou moyenne importance ou aux fleuves – **N = 27 espèces** ;
- **Mare** – espèces forestières, largement réparties ou non, liées aux mares forestières – **N = 23 espèces**.

Espèces de la catégorie 'Littoral'

Les 22 espèces littorales d'amphibiens anoures incluent 23 % d'espèces menacées (N = 5 espèces EN), 23 % d'espèces presque menacées (N=5 espèces NT), 18 % d'espèces pour lesquelles il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (N=4 espèces DD) et 36 % d'espèces qui ne sont actuellement pas considérées comme menacées (N=8 espèces LC). Si les atteintes aux habitats forestiers dans l'intérieur de la Guyane restent limitées, **la destruction des habitats littoraux est bien plus problématique**. Les savanes littorales et les marais côtiers en particulier constituent des habitats naturels uniques et très localisés en Guyane. Ces habitats situés sur la bande littorale font face à de nombreuses menaces induites par une forte croissance démographique, et les nombreux projets agricoles et d'aménagement qui en découlent.

Trois sous-catégories ont été définies en fonction des caractéristiques de leur distribution sur le territoire (Tableau 2).

Tableau 2. Répartition des 22 espèces d'amphibiens anoures de la catégorie 'littorale' dans les 3 sous-catégories 'OUEST', 'EST' et 'UBIQUISTES'.

Sous catégorie	Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection	Statut UICN France
OUEST	<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Rainette de Gaucher	Article 2	EN
	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactyle ocellé	Article 2	EN
	<i>Rhinella merianae</i>	Crapaud granuleux	Article 2	EN
	<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phylloméduse à lèvres blanches	Article 2	DD
	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Rainette minuscule	Article 2	DD
	<i>Boana xerophylla</i>	Rainette crépitante	Article 4	DD
EST	<i>Boana raniceps</i>	Rainette des pripris	Article 2	EN
	<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Sphénorhynque lacté	Article 2	EN
	<i>Hydrolaetare schmidtii</i>	Hydrolétare de Schmidt	Article 2	NT
	<i>Scinax jolyi</i>	Scinax de Joly	Article 2	NT
	<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale	Article 3	NT
UBIQUISTE	<i>Scinax ruber</i>	Scinax des maisons	Article 4	LC
	<i>Scinax boesemani</i>	Scinax de Boeseman	Article 4	LC
	<i>Boana punctata</i>	Rainette ponctuée	Article 4	LC
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactyle galonné	Article 4	LC
	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Adénomère des herbes	Article 4	LC
	<i>Dendropsophus walfordi</i>	Rainette naine	Article 4	NT
	<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax des savanes	Article 4	LC
	<i>Leptodactylus nesiotus</i>	Leptodactyle de Trinidad	Article 4	LC
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Trachycéphale réticulée	Article 4	LC
	<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Elachistocle du Suriname	Article 3	NT
	<i>Scinax x-signatus</i>	Scinax variable	Article 4	DD

Les espèces de la **catégorie 'OUEST'** sont des espèces dont la répartition, essentiellement littorale, se concentre sur l'ouest du territoire. Ce sont des espèces caractéristiques **de milieux ouverts de type savane** qui viennent trouver en Guyane la limite

orientale de leur aire de répartition. On y retrouve trois espèces considérées comme menacées (EN) : *R. merianae*, *L. macrosternum* et *D. gaucheri* (Figure 3) et trois espèces pour lesquelles il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (DD) : *B. xerophylla*, *P. hypochondrialis* et *D. minusculus* (Figure 3). La majorité des espèces de ce groupe (5 sur 6) sont intégralement protégées avec habitat (Tableau 2). Les atteintes sur les écosystèmes fragiles de savane sèche représentent une telle menace que cet habitat pourrait être amené à disparaître dans les prochaines décennies si des mesures fortes de protection ne sont pas prises. Plus de 40% des savanes littorales ont disparu depuis les années 1950 et 40% de la surface restante est menacée à plus ou moins long terme.

► **Au vu de ces éléments, les espèces de ce groupe sont considérées comme prioritaires pour le développement d'un protocole de suivi de type 'communauté'.**

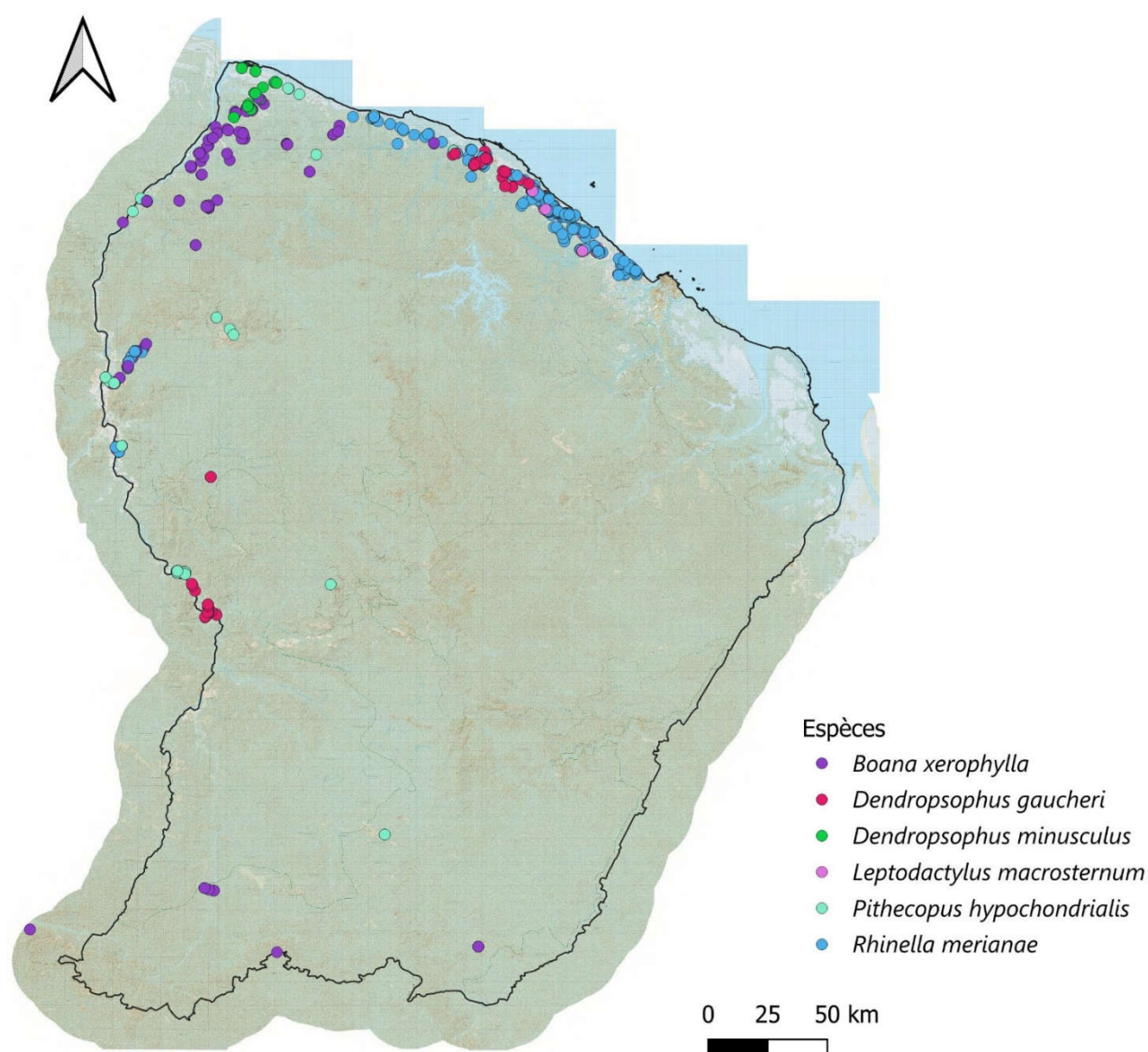


Figure 1. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'OUEST' basée sur les données Faune-Guyane.



Figure 3. Espèces littorales 'OUEST' de haut en bas et de gauche à droite : *Rhinella merianae* (@ E. Courtois), *Leptodactylus macrosternum* (@ E. Courtois), *Dendropsophus gaucheri* (@ E. Courtois), *Boana xerophylla* (@ E. Courtois), *Pithecopus hypochondrialis* (@ E. Courtois), *Dendropsophus minusculus* (@ C. Marty - INPN).



Figure 2. Espèces littorales 'EST' de haut en bas et de gauche à droite : *Boana raniceps* (@ E. Courtois), *Pseudis paradoxa* (@ E. Courtois), *Sphaenorhynchus lacteus* (@ E. Courtois), *Hydrolaetare schmidtii* (@ E. Courtois), *Scinax jolyi* (@ M. Dewynter - INPN).

Les espèces de la **catégorie 'EST'** sont des espèces dont la répartition, essentiellement littorale, se concentre sur l'est du territoire. Ce sont des espèces caractéristiques de **milieux ouverts de type marais** qui viennent trouver en Guyane la limite occidentale de leur aire de répartition (Figure 4). On y retrouve deux espèces menacées (EN) : *B. raniceps* et *S. lacteus* et 3 espèces considérées comme presque menacées (NT) : *P. paradoxa*, *H. schmidt* et *S. joly* (Figure 3). Toutes les espèces de ce groupe sont intégralement protégées et la majorité (4 sur 5) avec leur habitat (Tableau 2). La dynamique de développement sur le littoral guyanais, qui se fait parfois au détriment des marais côtiers, constitue une menace sérieuse pour les populations de ces espèces. C'est particulièrement le cas des marais péri-urbains de l'île de Cayenne ou de Guatemala.

► **Au vu de ces éléments, les espèces de ce groupe sont considérées comme prioritaires pour le développement d'un protocole de suivi de type 'communauté'.**

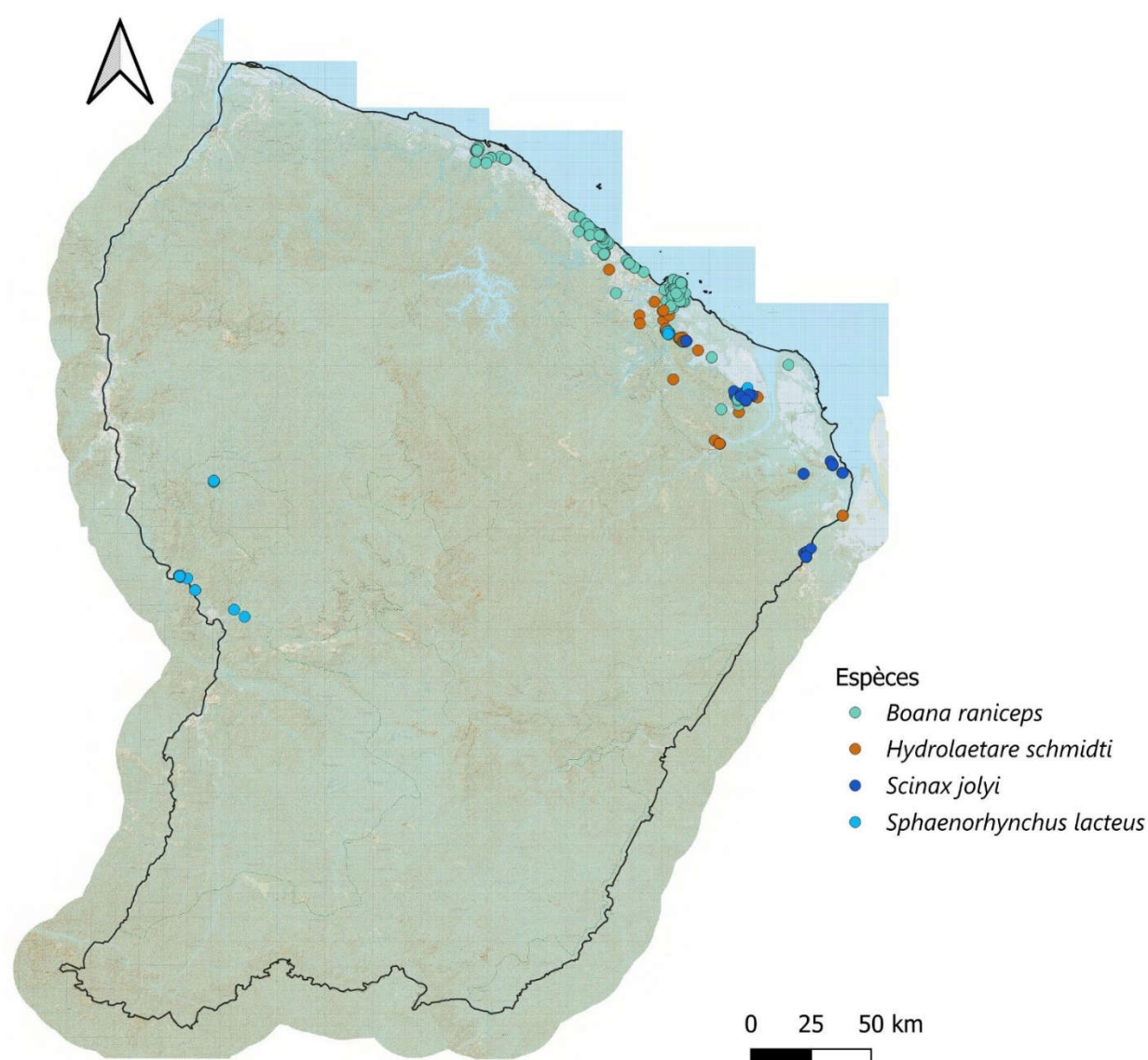


Figure 4. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'EST' basée sur les données Faune-Guyane.

Les espèces de la **catégorie 'UBIQUISTES'** sont des espèces que l'on retrouve sur l'ensemble du littoral guyanais, voire également en populations plus ou moins isolées dans l'intérieur du territoire (Figure 5). Ce sont des espèces généralement caractéristiques de milieux ouverts plus ou moins dégradés. On y retrouve seulement deux espèces considérées comme presque menacées (NT) et une espèce pour laquelle il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (DD). La majorité des espèces (8 sur 11) ne sont actuellement pas considérées comme menacées (LC, Tableau 2).

► **Au vu de ces éléments, les espèces de ce groupe ne sont pas considérées comme prioritaires pour le développement d'un protocole de suivi mais pourront être intégrées dans les protocoles de type communauté évoqués plus haut.**

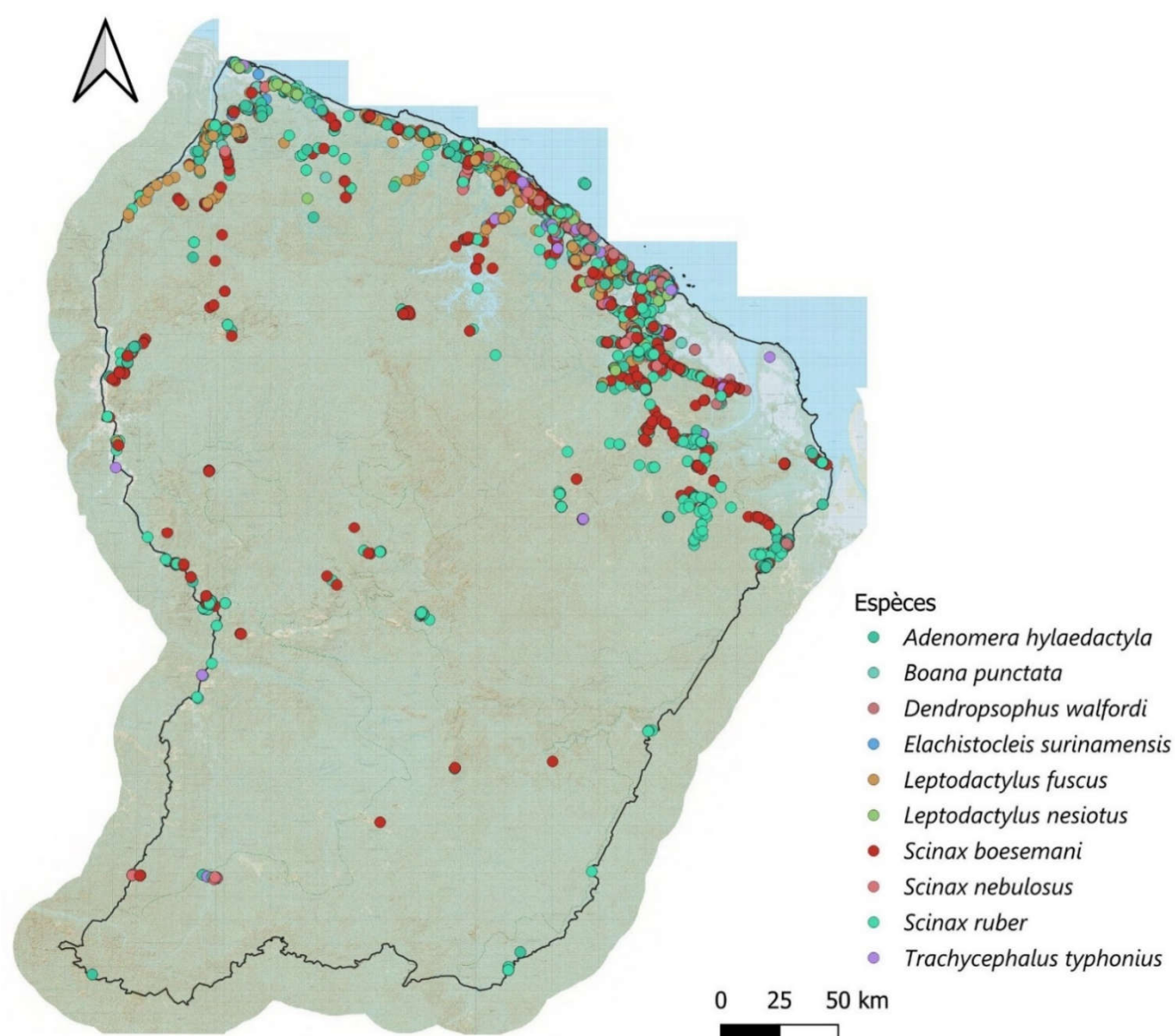


Figure 5. Répartition des espèces de la catégorie littoral 'UBIQUISTE' basée sur les données Faune-Guyane.

Espèces de la catégorie 'Forêt'

On retrouve dans cette catégorie 79 % d'espèces qui ne sont pas considérées comme menacées (N=30 espèces LC), 5 % d'espèces pour lesquelles il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (N=2 espèces DD), 13 % d'espèces qui n'ont pas été évaluées dans la liste rouge actuelle car non décrites en 2017 (N=5 espèces non évaluées) et seulement 3 % d'espèces considérées comme menacées (N=1 espèce EN). Des protocoles existent déjà pour un certain nombre d'espèce de ce groupe (Tableau 3). L'espèce considérée comme menacée (*P. espedeus*) est une espèce liée aux reliefs pour laquelle plusieurs tests de protocole ont été réalisés (voir Livrable 5.1). Plusieurs structures ont exprimé par ailleurs le souhait de disposer d'un protocole robuste pour le suivi de cette espèce.



Figure 6. *Pristimantis espedeus*, mâle en position de chant (@ E. Courtois).

- **Au vu de ces éléments, il est proposé (1) de participer à la consolidation et à la promotion du protocole existant pour les communautés d'anoures diurnes forestiers et (2) de prioriser l'espèce *Pristimantis espedeus* pour le développement d'un protocole de suivi spécifique.**

Espèces de la catégorie 'Inselberg'

Seules deux espèces sont concernées par cette catégorie : *Leptodactylus longirostris* et *Leptodactylus myersi*. Ces deux espèces ne sont pas considérées comme menacées (LC sur la liste UICN) et ne sont pas protégées. Les inselbergs, aussi appelés « savanes-roches » en Guyane sont des habitats caractéristiques présents de manière ponctuelle au sein du bloc forestier. On compte environ 200 inselbergs en Guyane, avec une plus forte concentration dans le sud du territoire. Les espèces caractéristiques de ces milieux sont adaptées à des conditions de chaleur et d'hygrométrie extrêmes et sont très probablement menacées par les changements climatiques. Plusieurs gestionnaires d'espaces protégés (réserve naturelle nationale des Nouragues, réserve naturelle nationale de la Trinité, réserve biologique dirigée de la Savane-Roche Virginie) ont émis le souhait de disposer de protocoles de suivi adaptés aux espèces caractéristiques de cet écosystème.

- **Au vu de ces éléments, il est proposé de ne pas prioriser ces espèces pour le développement d'un protocole de suivi adapté mais d'accompagner les structures qui le souhaitent en leur apportant un appui statistique pour le montage d'un protocole test et l'analyse des données récoltées.**

Tableau 3. Liste des 38 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Forêt'. Les espèces indiquées en gras sont celles pour lesquelles des protocoles de suivi existent déjà.

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Pristimantis espedeus</i>	Hylode des brumes	Article 2	EN
<i>Rhinella martyi</i>	Crapaud de Marty	Article 4	DD
<i>Chiasmocleis haddadi</i>	Chiasmocle de Kotika	Article 4	DD
<i>Dendropsophus sp. 1</i>	Rainette à doigts oranges	Non décrit	Non évalué
<i>Pristimantis sp. 3</i>	Hylode siffleuse	Non décrit	Non évalué
<i>Pristimantis crepitaculus</i>	Hylode crépitante	Non évalué	Non évalué
<i>Pristimantis sp. 4</i>	Hylode secrète	Non décrit	Non évalué
<i>Rhinella sp. 1</i>	Crapaud d'Itoupé	Non décrit	Non évalué
<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer	Article 3	LC
<i>Rhinella marina</i>	Crapaud bœuf / Crapaud agua	Article 4	LC
<i>Adenomera andreae</i>	Adénomère familière	Article 4	LC
<i>Osteocephalus oophagus</i>	Ostéocéphale oophage	Article 4	LC
<i>Allobates femoralis</i>	Allobate fémoral	Article 4	LC
<i>Pristimantis chiastonotus</i>	Hylode porte-X	Article 4	LC
<i>Rhinella castaneotica</i>	Crapaud feuille	Article 4	LC
<i>Boana multifasciata</i>	Rainette à bandes	Article 4	LC
<i>Trachycephalus hadroceps</i>	Trachycéphale métronome	Article 4	LC
<i>Pristimantis zeuctotylus</i>	Hylode zeuctotyle	Article 4	LC
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Leptodactyle rougeâtre	Article 4	LC
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Leptodactyle géant	Article 4	LC
<i>Boana cinerascens</i>	Rainette centrolène	Article 4	LC
<i>Leptodactylus petersii</i>	Leptodactyle de Peters	Article 4	LC
<i>Boana calcarata</i>	Rainette éperonnée	Article 4	LC
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	Trachycéphale Kunawalu	Article 4	LC
<i>Pristimantis inguinalis</i>	Hylode inguinale	Article 4	LC
<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	Anomaloglosse des Guyanes	Article 4	LC
<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobate cliquetant	Article 4	LC
<i>Boana courtoisae</i>	Rainette à flancs ponctués	Article 4	LC
<i>Leptodactylus fremitus</i>	Leptodactyle forestier	Article 4	LC
<i>Ranitomeya variabilis</i>	Dendrobate à ventre tacheté	Article 4	LC
<i>Allobates granti</i>	Allobate à flancs noirs	Article 4	LC
<i>Boana dentei</i>	Rainette des bas-fonds	Article 4	LC
<i>Leptodactylus stenodema</i>	Leptodactyle étroit	Article 4	LC
<i>Leptodactylus guianensis</i>	Leptodactyle des Guyanes	Article 4	LC
<i>Adenomera heyeri</i>	Adénomère de Heyer	Article 4	LC
<i>Lithodytes lineatus</i>	Lithodyte rayé	Article 4	LC
<i>Engystomops sp. 1</i>	Engystomops sp. 1	Article 4	LC
<i>Pristimantis gutturalis</i>	Hylode à bande gutturale	Article 4	LC

Espèces de la catégorie 'Crique'

On retrouve dans cette catégorie 78 % d'espèces qui ne sont pas considérées comme menacées (N=27 espèces LC), 15 % d'espèces pour lesquelles il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (N=4 espèces DD), 4 % d'espèces qui n'ont pas été évaluées dans la liste rouge actuelle car non décrites en 2017 (N=1 espèce non évaluée) et seulement 4 % d'espèces considérées comme menacées (N=1 espèce EN). Un protocole spécifique existe déjà pour une des espèces de ce groupe, *Atelopus flavescens* (Tableau 4). Une initiative a été lancée par l'association Trésor, gestionnaire de la réserve naturelle régionale Trésor, pour tester un protocole de suivi de type 'communauté' sur une des criques de son territoire (voir Livrable 5.1). Ce protocole a permis de dégager des premières tendances sur un certain nombre d'espèces de cette liste : *O. cabrerai* (DD), *C. geijskesi* (DD), *H. iaspidiense* (LC), *H. cappellei* (LC), *V. ritae* (LC) et *B. boans* (LC). Par ailleurs, les gestionnaires de la réserve naturelle nationale du Mont Grand Matoury ont émis le souhait d'améliorer les connaissances en vue de développer un suivi de l'espèce ***Hyalinobatrachium kawense*** (DD sur la liste rouge UICN) pour laquelle ils ont une forte responsabilité conservatoire.

L'espèce menacée ***Anomaloglossus blanci*** (Figure 7) fait l'objet d'un Plan national d'actions et il est absolument **crucial de disposer de protocoles de suivi adaptés pour cette espèce**. Un financement a été attribué en 2024 à l'association Trésor en partenariat avec la société ENIA et le gestionnaire de la réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura pour réaliser une année d'enregistrement sur les sites connus et évaluer la faisabilité d'un protocole de suivi en « **Site occupancy** » et « **N-mixture** » pour cette espèce. Il est par ailleurs important de noter que trois autres espèces proches sont également incluses dans le PNA. Il s'agit de *A. surinamensis* (LC sur la liste rouge UICN, Tableau 3) *A. degranvillei* et *A. dewynteri*, considérées comme en danger critique d'extinction (CR) sur la liste rouge UICN, mais qui ne sont pas présentées ici puisque n'ayant pas passé le filtre 'déteçtabilité'. Au vu des fortes similarités dans la biologie et l'écologie de ces espèces, le développement d'un protocole adapté à *A. blanci* pourra également bénéficier à ces espèces dans le cadre du PNA.

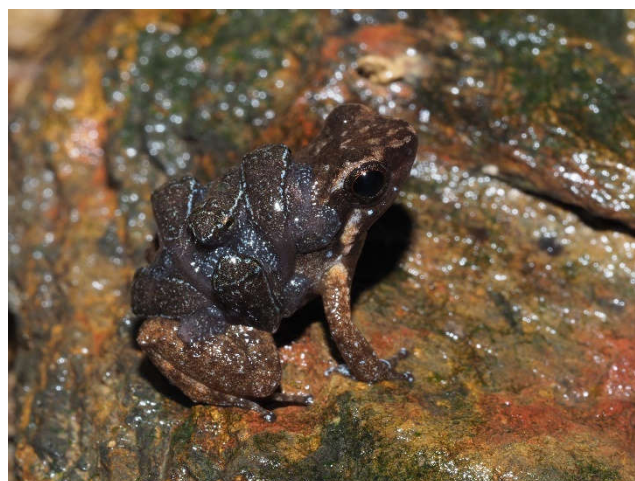


Figure 7. *Anomaloglossus blanci*, mâle portant ses imagos, photographié sur la réserve naturelle régionale Trésor (@ E. Courtois).

- **Au vu de ces éléments, il est proposé (1) de participer à la consolidation et à la promotion du protocole existant pour l'espèce *Atelopus flavescens*, (2) de prioriser l'espèce *Anomaloglossus blanci* pour le développement d'un protocole de suivi spécifique, (3) d'accompagner l'association Trésor dans le test d'un protocole**

'communauté' pour les espèces de crique et (4) d'accompagner les gestionnaires de la réserve naturelle nationale du Mont Grand Matoury pour le test d'un protocole de suivi de l'espèce *H. kawense*.

Tableau 4. Liste des 38 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Crique'. L'espèce indiquée en gras est celle pour laquelle un protocole de suivi existe déjà.

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc	Article 2	EN
<i>Hyalinobatrachium kawense</i>	Centrolène de Kaw	Article 2	DD
<i>Hyalinobatrachium tricolor</i>	Centrolène tricolore	Article 2	DD
<i>Cochranella geijskesi</i>	Centrolène splendide	Article 4	DD
<i>Osteocephalus cabrerai</i>	Ostéocéphale lichen	Article 4	DD
<i>Allobates sp. 1</i>	Allobate à gorge jaune	Non décrit	Non évalué
<i>Rhinella margaritifera</i>	Crapaud perlé	Article 4	LC
<i>Boana boans</i>	Rainette patte d'oie	Article 4	LC
<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	Article 4	LC
<i>Rhaebo guttatus</i>	Crapaud tacheté	Article 4	LC
<i>Vitreorana rita</i>	Centrolène des Oyampis	Article 4	LC
<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolène ponctuée	Article 4	LC
<i>Teratohyla midas</i>	Centrolène à points jaunes	Article 4	LC
<i>Otophryne pyburni</i>	Otophryne hurlante	Article 4	LC
<i>Boana semilineata</i>	Rainette à flancs étoilés	Article 4	LC
<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolène siffleuse	Article 4	LC
<i>Hyalinobatrachium taylori</i>	Centrolène de Taylor	Article 4	LC
<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i>	Centrolène de Yuruani	Article 4	LC
<i>Boana diabolica</i>	Rainette diable-rouge	Article 4	LC
<i>Amazophrynella teko</i>	Amazophrynelle des Tekos	Article 4	LC
<i>Rhinella lescurei</i>	Crapaud de Lescure	Article 4	LC
<i>Anomaloglossus surinamensis</i>	Anomaloglosse du Suriname	Article 4	LC
<i>Atelopus hoogmoedi</i>	Atélope d'Hoogmoed	Article 4	LC
<i>Boana ornatissima</i>	Rainette ornée	Article 4	LC
<i>Lithobates palmipes</i>	Grenouille de l'Amazonie	Article 4	LC
<i>Pipa aspera</i>	Pipa rugueuse	Article 4	LC
<i>Osteocephalus helenae</i>	Ostéocéphale à flancs bleus	Article 4	LC

Espèces de la catégorie 'Mares forestières'

On retrouve dans cette catégorie 83 % d'espèces qui ne sont pas considérées comme menacées (N=19 espèces LC), 4 % d'espèces pour lesquelles il n'a pas été possible d'évaluer le statut de conservation (N=1 espèce DD) et 13 % d'espèces qui n'ont pas été évaluées dans la liste rouge actuelle car non décrites en 2017 (N=3 espèces non évaluées). Quatre espèces, caractéristiques des phénomènes de reproduction explosive, sont intégralement protégées avec habitat (Tableau 5). L'habitat de reproduction de ces espèces (mare temporaire forestière) est un habitat très particulier et probablement loin d'être commun sur le territoire. Nous ne disposons actuellement pas d'informations sur la fidélité des individus à une mare en particulier mais il est certain que le comblement ou la destruction d'un de ces sites de reproduction impacterait de façon forte un très grand nombre d'individus de ces espèces.

- **Au vu de ces éléments, il est proposé de réaliser le test d'un protocole de suivi des mares temporaires forestières intégrant des méthodes nouvelles (ADN environnemental et utilisation d'enregistreurs automatiques).**

Tableau 5. Liste des 23 espèces d'amphibiens de la catégorie 'Mare forestière'.

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Dendropsophus leali</i>	Rainette à oeil rouge	Article 4	DD
<i>Scinax sp. 2</i>	Scinax à oeil rouge	Non décrit	Non évalué
<i>Scinax sp. 3</i>	Scinax à taches orange	Non décrit	Non évalué
<i>Scinax sp. 1</i>	Scinax jaune de forêt	Non décrit	Non évalué
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	Ostéocéphale de Leprieur	Article 2	LC
<i>Ceratophrys cornuta</i>	Cératophrys cornu	Article 2	LC
<i>Trachycephalus coriaceus</i>	Trachycéphale coriace	Article 2	LC
<i>Hamptophryne boliviana</i>	Hamptophryne de Guyane	Article 2	LC
<i>Osteocephalus taurinus</i>	Ostéocéphale taurin	Article 4	LC
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Rainette à bandeau	Article 4	LC
<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactyle de Knudsen	Article 4	LC
<i>Dendropsophus minutus</i>	Rainette menue	Article 4	LC
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactyle à lèvres blanches	Article 4	LC
<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phylloméduse tigrine	Article 4	LC
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phylloméduse carénée	Article 4	LC
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phylloméduse bicolore	Article 4	LC
<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	Chiasmocle de Shudikar	Article 4	LC
<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophryne arlequin	Article 4	LC
<i>Dendropsophus counani</i>	Rainette de Counani	Article 4	LC
<i>Pipa pipa</i>	Pipa américaine	Article 4	LC
<i>Scinax proboscideus</i>	Scinax proboscidien	Article 4	LC
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Chiasmocle minuscule	Article 4	LC
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Rainette frangée	Article 4	LC

Reptiles

Pour les reptiles, les 79 espèces ont été attribuées à **2 catégories** d'habitats :

- **Littoral** – espèces présentes dans la mosaïque d'habitats littoraux (savanes, marais, essentiellement milieux ouverts) – **N = 17 espèces** ;
- **Forêt** – espèces forestières – **N = 62 espèces** ;

Espèces de la catégorie 'Littoral'

Les espèces de reptiles de la catégorie littorale concentrent la majorité des enjeux de conservation (Tableau 6) puisqu'on y retrouve 6 % d'espèces menacées (N=1 espèce EN), 12 % d'espèces vulnérables (N=2 espèces VU), 35 % d'espèces presque menacées (N=6 espèces NT), 12% d'espèces pour lesquelles le statut de conservation n'a pas pu être évalué (N=2 espèces DD) et 35 % d'espèces non considérées comme menacées (N=6 espèces LC).

Tableau 6. Liste des 17 espèces de reptiles de la catégorie 'Littoral'.

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Erythrolamprus cobella</i>	Couresse des vasières	Article 2	EN
<i>Pseudoeryx plicatilis</i>	Pseudoeryx écailleux	Article 2	VU
<i>Kentropyx striata</i>	Kentropyx strié	Article 2	VU
<i>Melanosuchus niger</i>	Caïman noir	Article 2	NT
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Tortue charbonnière	Article 2	NT
<i>Crocodylus amazonicus</i>	Lézard caïman	Article 2	NT
<i>Epicrates maurus</i>	Boa des plaines	Article 3	NT
<i>Norops auratus</i>	Anolis doré	Article 4	NT
<i>Helicops leopardinus</i>	Helicope léopard	Article 4	NT
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lézard coureur galonné (type mâle)	Article 2	DD
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lézard coureur galonné (type femelle)	Article 2	DD
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	Liane coiffée	Article 4	LC
<i>Caiman crocodilus</i>	Caiman à lunettes	Article 4	LC
<i>Chironius carinatus</i>	Chasseur à flanc bleu	Article 4	LC
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	Caïman rouge	Article 4	LC
<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Chasseur des jardins	Article 4	LC
<i>Gymnophthalmus underwoodi</i>	Gymnophthalme d'Underwood	Article 4	LC

Malgré ces enjeux, la majorité des espèces considérées comme menacées, vulnérables ou presque menacées sont des espèces pour lesquelles **la probabilité de détection reste extrêmement faible**. Le climat tropical de la Guyane française ne permet pas d'envisager l'utilisation d'abris artificiels pour augmenter la probabilité de détection comme c'est le cas pour la France métropolitaine. **Le développement de protocoles adaptés à ces reptiles de milieux ouverts (savanes ou marais littoraux) demanderait un effort de terrain considérable.**

Plusieurs structures (gestionnaire de la réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura et Sepanguy, gestionnaire du site des Pripris de Yiyis) réalisent depuis plusieurs années des suivis sur les **espèces de caïmans** présentes sur leur territoire (Figure 8) dans l'objectif (1) de suivre l'état des populations de caïmans dans leurs espaces et (2) d'évaluer l'impact des activités touristiques sur ces espèces. Les données récoltées jusqu'à aujourd'hui sur ces deux sites sont de type indice kilométrique d'abondance avec des protocoles non stabilisés qui ont été modifiés à de multiples reprises. Le constat fait en commun avec ces deux structures dans la phase d'analyse des données est que **les données actuelles récoltées pour certaines depuis plus de 10 ans ne permettent pas de dégager de tendances robustes** pour les espèces concernées et ne permettent pas d'évaluer l'impact du tourisme sur les populations.

- **Au vu de ces éléments, il est proposé de concentrer les efforts sur l'accompagnement des structures dans le développement d'un protocole de suivi robuste pour les communautés de caïmans.**



Figure 8. Les trois espèces de caïmans concernées par le protocole 'communauté' proposé : en haut à gauche le caïman à lunette (*Caiman crocodilus*, @ E. Courtois), en bas à gauche le caïman rouge (*Paleosuchus palpebrosus*, @ E. Courtois) et à droite le caïman noir (*Melanosuchus niger*, @ M. Dewynter – INPN).

Espèces de la catégorie 'Forêt'

Les espèces de reptiles de la catégorie 'Forêt' sont très largement considérées comme non menacées puisque 98 % des espèces (62 espèces sur 63) sont en catégorie LC sur la liste rouge UICN.

Seule une espèce de cette catégorie est considérée comme vulnérable (VU sur la liste rouge UICN). Il s'agit de la **Podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*)** qui est par ailleurs intégralement protégée avec habitat. Cette tortue fluviatile largement distribuée en Amérique du Sud, de la Colombie au Brésil en passant par le plateau des Guyanes est **également considérée comme vulnérable sur les listes rouges UICN mondiales** du fait de la réduction importante (20% au moins) de ses populations au cours des 10-15 dernières années. Bien qu'elle soit intégralement



Figure 9. Podocnémides de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) en thermorégulation sur le fleuve Oyapock (@ E. Courtois).

protégée avec habitat en Guyane, elle souffre du braconnage des œufs et de la chasse des adultes. Depuis plusieurs années, quatre structures récoltent des données protocolées sur l'abondance et la distribution de cette espèce : l'association KWATA, le gestionnaire de la réserve naturelle des Nouragues, celui de la réserve naturelle nationale des Marais de Kaw-Roura et le Parc Amazonien de Guyane. Ces données, de type indice kilométrique d'abondance, ont été analysées dans le cadre du projet (voir Livrable 5.1) et ont conduit à conclure que **les protocoles existants ne permettaient pas de dégager des tendances de population robuste pour cette espèce**. Par ailleurs, des opérations de gestion (protection des sites de ponte) sont en cours de mise en place par le Parc Amazonien de Guyane sur le fleuve Oyapock.

- **Au vu de ces éléments, il est proposé de concentrer les efforts sur l'accompagnement des structures dans le développement d'un protocole robuste pour le suivi de la Podocnémide de Cayenne.**

Plan d'actions Guyane

Amphibiens

Plan d'actions Amphibiens « Littoral »

Le projet s'attachera au test de deux protocoles de type 'communauté' :

- ▶ un protocole communauté anoures Ouest, adapté aux espèces de savanes, avec dans l'idéal un protocole qui intègre également les espèces plus ubiquistes ;
- ▶ un protocole communauté anoures Est, adapté aux espèces de pripris et marais, avec dans l'idéal un protocole qui intègre également les espèces plus ubiquistes.

Ces protocoles seront basés sur des méthodes de « **Site occupancy** » (présence/absence) & « **N-mixture** » (comptages répétés) et potentiellement couplés avec l'utilisation d'enregistreurs automatiques. Des partenariats seront mis en place avec les structures intéressées pour réaliser les tests de protocole pendant la saison des pluies 2025 et/ou 2026 (entre janvier et avril).

Plan d'actions Amphibiens « Forêt »

Le projet s'attachera à :

- ▶ poursuivre et améliorer le protocole communauté anoures diurnes existant ;
- ▶ poursuivre et améliorer le protocole spécifique *Dendrobates tinctorius* existant ;
- ▶ définir et tester un protocole spécifique *Pristimantis espedeus* en améliorant les propositions issues de l'analyse des données existantes et en couplant un protocole un « Site occupancy » (présence/absence) avec utilisation d'enregistreurs automatiques et un protocole en « N-mixture » (comptages répétés). Pour cela, un financement complémentaire sera recherché afin (1) d'acquérir un nombre suffisant d'enregistreurs automatiques qui pourront être partagés dans le réseau et (2) de sous-traiter la réalisation d'un algorithme de détection automatique des chants pour cette espèce.

Plan d'actions Amphibiens « Inselberg »

Le projet s'attachera à :

- ▶ accompagner les structures qui le souhaitent dans la définition d'un protocole communauté anoures Inselberg qui intégrera les deux espèces (*L. longirostris* et *L. myersi*) caractéristiques de ces milieux particuliers en apportant un appui au montage du protocole test et à l'analyse des données récoltées.

Plan d'actions Amphibiens « Crique »

Le projet s'attachera à :

- ▶ participer à la consolidation et à la promotion du protocole spécifique *Atelopus flavescens* ;
- ▶ en lien avec le PNA, tester un protocole spécifique *Anomaloglossus blanci* qui puisse éventuellement être décliné pour *A. degranvillei*, *A. dewynteri* et éventuellement *A. surinamensis* ;
- ▶ soutenir l'association Trésor pour le protocole communauté anoures crique ;
- ▶ soutenir les gestionnaires de la réserve naturelle nationale du Mont Grand Matoury dans la définition d'un protocole spécifique *Hyalinobatrachium kawense*.

Plan d'actions Amphibiens « Mares temporaires »

Le projet s'attachera à tester le développement **d'un protocole communauté anoures mares forestières temporaires** utilisant notamment des méthodes **d'ADNe** couplées à l'utilisation **d'enregistreurs automatique**. Une partie du financement nécessaire est disponible dans le cadre du projet et un financement complémentaire devra être recherché afin (1) d'augmenter le nombre d'analyses ADNe possible, (2) de financer des jours de terrain pour l'échantillonnage des mares et (3) de développer un indice de diversité acoustique adapté aux communautés de mares temporaires.

Reptiles

Le projet se concentrera pour les reptiles sur le test de deux protocoles :

- ▶ un protocole communauté caïmans qui sera basé sur des méthodes de « Site occupancy » (présence/absence) & « N-mixture » (comptages répétés) voire éventuellement sur des méthodes de « distance sampling » lorsque cela sera possible. Des partenariats sont mis en place avec la Sepanguy, gestionnaire du site des Pripris de Yiyis et le CEN Guyane, gestionnaire de la réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura pour réaliser le test du protocole en saison sèche 2024 ;
- ▶ un protocole spécifique *Podocnemis unifilis*, qui sera basé sur des méthodes de « Site occupancy » (présence/absence) & « N-mixture » (comptages répétés), en utilisant les informations issues de l'analyse des données existantes (voir Livrable 5.1). Une dynamisation du réseau est en cours (Parc Amazonien de Guyane, réserve naturelle nationale des marais de Kaw-Roura, association Kwata, réserve naturelle nationale des Nouragues) pour réaliser le test du protocole en saison sèche 2024.

Récapitulatif

AMPHIBIENS

Cat.	Sous-cat.	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
LITTORAL	Ouest	<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Rainette de Gaucher	EN	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'communauté'	Janvier-Avril 2025 et/ou 2026 > test du protocole
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactyle ocellé	EN	Prioritaire		
		<i>Rhinella merianae</i>	Crapaud granuleux	EN	Prioritaire		
		<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phylloméduse à lèvres blanches	DD	Prioritaire		
		<i>Dendropsophus minusculus</i>	Rainette minuscule	DD	Prioritaire		
		<i>Boana xerophylla</i>	Rainette crépitante	DD	Prioritaire		
	Est	<i>Boana raniceps</i>	Rainette des pripris	EN	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'communauté'	Janvier-Avril 2025 et/ou 2026 > test du protocole
		<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Sphénorhynque lacté	EN	Prioritaire		
		<i>Hydrolaetare schmidt</i>	Hydrolétaire de Schmidt	NT	Prioritaire		
		<i>Scinax jolyi</i>	Scinax de Joly	NT	Prioritaire		
		<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale	NT	Prioritaire		
	Ubiquiste	<i>Scinax ruber</i>	Scinax des maisons	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Scinax boesemani</i>	Scinax de Boeseman	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Boana punctata</i>	Rainette ponctuée	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactyle galonné	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Adénomère des herbes	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Dendropsophus walfordi</i>	Rainette naine	NT	Non prioritaire	--	
		<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax des savanes	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Leptodactylus nesiotus</i>	Leptodactyle de Trinidad	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	Trachycéphale réticulée	LC	Non prioritaire	--	
		<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Elachistocle du Suriname	NT	Non prioritaire	--	
		<i>Scinax x-signatus</i>	Scinax variable	DD	Non prioritaire	--	

Catégorie	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
FORÊTS	<i>Pristimantis espedeus</i>	Hylode des brumes	EN	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'spécifique' (recherche de financement complémentaire)	
	<i>Rhinella martyi</i>	Crapaud de Marty	DD	Non prioritaire	--	
	<i>Chiasmocleis haddadi</i>	Chiasmocle de Kotika	DD	Non prioritaire	--	
	<i>Dendropsophus sp. 1</i>	Rainette à doigts oranges	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis sp. 3</i>	Hylode siffleuse	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis crepitaculus</i>	Hylode crépitante	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis sp. 4</i>	Hylode secrète	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Rhinella sp. 1</i>	Crapaud d'Itoupé	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	
	<i>Rhinella marina</i>	Crapaud bœuf / Crapaud agua	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Adenomera andreae</i>	Adénomère familière	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Osteocephalus oophagus</i>	Ostéocéphale oophage	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Allobates femoralis</i>	Allobate fémoral	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	
	<i>Pristimantis chiastonotus</i>	Hylode porte-X	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Rhinella castaneotica</i>	Crapaud feuille	LC		Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	
	<i>Boana multifasciata</i>	Rainette à bandes	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Trachycephalus hadroceps</i>	Trachycéphale métronome	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis zeuctotylus</i>	Hylode zeuctotyle	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Leptodactyle rougeâtre	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Leptodactyle géant	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Boana cinerascens</i>	Rainette centrolène	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus petersii</i>	Leptodactyle de Peters	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Boana calcarata</i>	Rainette éperonnée	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	Trachycéphale Kunawalu	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis inguinalis</i>	Hylode inguinale	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	Anomaloglosse des Guyanes	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	
	<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobate cliquetant	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	

Catégorie	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
FORÊTS	<i>Boana courtoisae</i>	Rainette à flancs ponctués	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus fremitus</i>	Leptodactyle forestier	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Ranitomeya variabilis</i>	Dendrobate à ventre tacheté	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Allobates granti</i>	Allobate à flancs noirs	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoures diurnes forestiers	
	<i>Boana dentei</i>	Rainette des bas-fonds	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus stenodema</i>	Leptodactyle étroit	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Leptodactylus guianensis</i>	Leptodactyle des Guyanes	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Adenomera heyeri</i>	Adénomère de Heyer	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Lithodytes lineatus</i>	Lithodyte rayé	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Engystomops sp. 1</i>	Engystomops sp. 1	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Pristimantis gutturalis</i>	Hylode à bande gutturale	LC	Non prioritaire	--	
INSELBERG	<i>Leptodactylus longirostris</i>	Leptodactyle à museau long	LC	Non prioritaire	Mais appui statistique aux structures souhaitant développer un protocole de suivi	
	<i>Leptodactylus myersi</i>	Leptodactyle de Myers	LC	Non prioritaire	Mais appui statistique aux structures souhaitant développer un protocole de suivi	
CRIQUE	<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc	EN	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'spécifique'	
	<i>Hyalinobatrachium kawense</i>	Centrolène de Kaw	DD	Non prioritaire	Mais appui statistique aux structures souhaitant développer un protocole de suivi	
	<i>Hyalinobatrachium tricolor</i>	Centrolène tricolore	DD	Non prioritaire	--	
	<i>Cochranella geijskesi</i>	Centrolène splendide	DD	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Osteocephalus cabrerai</i>	Ostéocéphale lichen	DD	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Allobates sp. 1</i>	Allobate à gorge jaune	Non évalué	Non prioritaire	--	
	<i>Rhinella margaritifera</i>	Crapaud perlé	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoures diurnes forestiers	
	<i>Boana boans</i>	Rainette patte d'oie	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	LC	Prioritaire	Protocole de suivi existant	
	<i>Rhaebo guttatus</i>	Crapaud tacheté	LC	Non prioritaire	--	

Catégorie	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
CRIQUE	<i>Vitreorana ritae</i>	Centrolène des Oyampis	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolène ponctuée	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Teratohyla midas</i>	Centrolène à points jaunes	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Otophryne pyburni</i>	Otophryne hurlante	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Boana semilineata</i>	Rainette à flancs étoilés	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolène siffleuse	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Hyalinobatrachium taylori</i>	Centrolène de Taylor	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i>	Centrolène de Yuruani	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés crique	
	<i>Boana diabolica</i>	Rainette diable-rouge	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Amazophrynella teko</i>	Amazophrynelle des Tekos	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Rhinella lescurei</i>	Crapaud de Lescure	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les communautés d'anoues diurnes forestiers	
	<i>Anomaloglossus surinamensis</i>	Anomaloglosse du Suriname	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Atelopus hoogmoedi</i>	Atélope d'Hoogmoed	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Boana ornatissima</i>	Rainette ornée	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Lithobates palmipes</i>	Grenouille de l'Amazone	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Pipa aspera</i>	Pipa rugueuse	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Osteocephalus helenae</i>	Ostéocéphale à flancs bleus	LC	Non prioritaire	--	
MARE FORESTIERE	<i>Dendropsophus leali</i>	Rainette à oeil rouge	DD	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'communauté' des mares temporaires (ADNe et enregistreurs automatiques) (recherche de financement complémentaire)	
	<i>Scinax sp. 2</i>	Scinax à oeil rouge	Non évalué	Prioritaire		
	<i>Scinax sp. 3</i>	Scinax à taches orange	Non évalué	Prioritaire		
	<i>Scinax sp. 1</i>	Scinax jaune de forêt	Non évalué	Prioritaire		
	<i>Osteocephalus lepieurii</i>	Ostéocéphale de Leprieur	LC	Prioritaire		
	<i>Ceratophrys cornuta</i>	Cératophrys cornu	LC	Prioritaire		

Catégorie	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
MARE FORESTIERE	<i>Trachycephalus coriaceus</i>	Trachycéphale coriace	LC	Prioritaire	Développement d'un protocole de suivi de type 'communauté' des mares temporaires (ADNe et enregistreurs automatiques) (recherche de financement complémentaire)	
	<i>Hamptophryne boliviana</i>	Hamptophryne de Guyane	LC	Prioritaire		
	<i>Osteocephalus taurinus</i>	Ostéocéphale taurin	LC	Prioritaire		
	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Rainette à bandeau	LC	Prioritaire		
	<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactyle de Knudsen	LC	Prioritaire		
	<i>Dendropsophus minutus</i>	Rainette menue	LC	Prioritaire		
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactyle à lèvres blanches	LC	Prioritaire		
	<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phylloméduse tigrine	LC	Prioritaire		
	<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phylloméduse carénée	LC	Prioritaire		
	<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phylloméduse bicolore	LC	Prioritaire		
	<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	Chiasmocle de Shudikar	LC	Prioritaire		
	<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophryne arlequin	LC	Prioritaire		
	<i>Dendropsophus counani</i>	Rainette de Counani	LC	Prioritaire		
	<i>Pipa pipa</i>	Pipa américaine	LC	Prioritaire		
	<i>Scinax proboscideus</i>	Scinax proboscidien	LC	Prioritaire		
	<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Chiasmocle minuscule	LC	Prioritaire		
	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Rainette frangée	LC	Prioritaire		

REPTILES

Cat.	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
LITTORAL	<i>Erythrolamprus cobella</i>	Couresse des vasières	EN	Non prioritaire		
	<i>Pseudoeryx plicatilis</i>	Pseudoeryx écailleux	VU	Non prioritaire		
	<i>Kentropyx striata</i>	Kentropyx strié	VU	Non prioritaire		
	<i>Melanosuchus niger</i>	Caïman noir	NT	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les caïmans	Saison sèche 2024 > test du protocole
	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Tortue charbonnière	NT	Non prioritaire		
	<i>Crocodilurus amazonicus</i>	Lézard caïman	NT	Non prioritaire		
	<i>Epicrates maurus</i>	Boa des plaines	NT	Non prioritaire		
	<i>Norops auratus</i>	Anolis doré	NT	Non prioritaire		
	<i>Helicops leopardinus</i>	Helicope léopard	NT	Non prioritaire		
	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lézard coureur galonné (type mâle)	DD	Non prioritaire		
	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lézard coureur galonné (type femelle)	DD	Non prioritaire		
	<i>Thamnodynastes pallidus</i>	Liane coiffée	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunettes	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les caïmans	Saison sèche 2024 > test du protocole
	<i>Chironius carinatus</i>	Chasseur à flanc bleu	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	Caïman rouge	LC	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant pour les caïmans	Saison sèche 2024 > test du protocole
	<i>Mastigodryas boddaerti</i>	Chasseur des jardins	LC	Non prioritaire	--	
	<i>Gymnophthalmus underwoodi</i>	Gymnophthalme d'Underwood	LC	Non prioritaire	--	
FORÊTS	<i>Podocnemis unifilis</i>	Podocnémide de Cayenne	VU	Prioritaire	Participation à la consolidation du protocole existant	Saison sèche 2024 > test du protocole

Annexe II. « Livrable 2.1_Liste_espèces_prioritaires_Antilles »

L2.1. LISTE DES ESPÈCES PRIORITAIRES SUR LESQUELLES DÉVELOPPER DES PROTOCOLES DE SUIVI

Version 1, livrable
Antilles

Juillet 2024

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41

57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

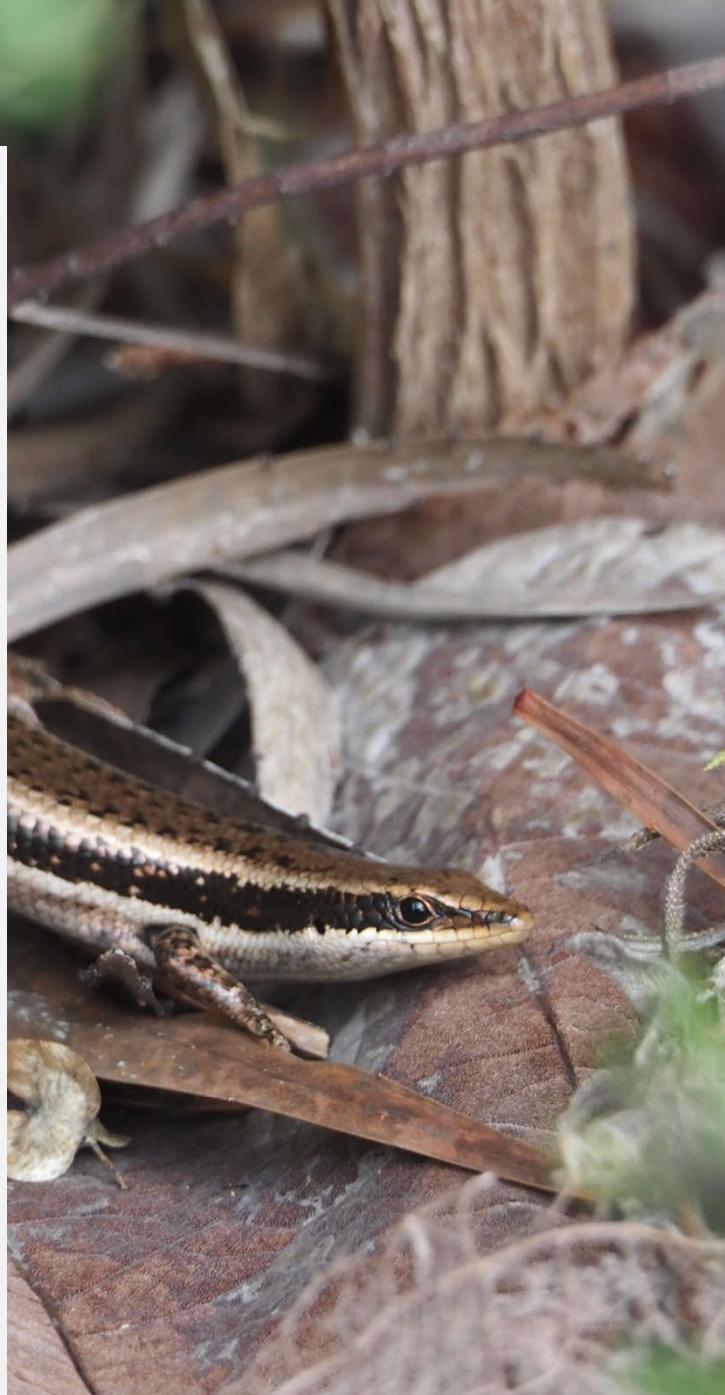
c/o Isabelle Chauvin

2014 Route de Roquefort

32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org

SIRET 442 242 079 00022



SOMMAIRE

Figures et Tableaux.....	3
Contexte.....	4
Amphibiens.....	5
Allobate de la Martinique (<i>Allobates chalcopis</i>)	5
Éleuthérodactyle de Barlagne (<i>Eleutherodactylus barlagnei</i>)	6
Hylode de la Martinique (<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>) et Hylode de Pinchon (<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>).....	6
Plan d'action « Amphibiens »	8
Reptiles.....	9
Scinque guadeloupéen (<i>Mabuya desiradae</i>)	10
Sphérodactyle des Saintes (<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>), Sphérodactyle bizarre (<i>S. fantasticus</i>), Sphérodactyle de Saint-Vincent (<i>S. vincenti</i>) et Sphérodactyle de la Martinique (<i>S. festus</i>)	13
Thécadactyle à queue turbinée (<i>Thecadactylus rapicauda</i>)	15
Anolis de la Guadeloupe (<i>Ctenonotus marmoratus</i>), Anolis des Saintes (<i>C. terraealtae</i>), Anolis de Marie-Galante (<i>C. ferreus</i>) et Anolis roquet (<i>Dactyloa roquet</i>)	16
Gymnophthalme de Plée martiniquais (<i>Gymnophthalmus pleii</i>).....	16
Plan d'action « Reptiles »	17
Récapitulatif.....	18
Références.....	19
Annexes.....	20
Annexe 1 : Proposition de test de protocole pour le Scinque guadeloupéen (<i>Mabuya desiradae</i>) sur le massif du chameau (Terre-de-Haut, Archipel des Saintes).....	20
Annexe 2 : Proposition de test de protocole pour le Scinque guadeloupéen (<i>Mabuya desiradae</i>) sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre.....	21
Annexe 3 : Proposition de test de protocole pour le Thécadactyle à queue turbinée (<i>Thecadactylus rapicauda</i>)	22
Annexe 4 : Proposition de test de protocole pour le Sphérodactyle des Saintes (<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>).....	23

Rédaction et relecture :

Société Herpétologique de France	Audrey Trochet
	Anne Lombardi
ENIA	Elodie Courtois

Figures et Tableaux

Figure 1. Répartition d' <i>Allobates chalcopis</i> en Martinique.	5
Figure 2. Répartition d' <i>Eleutherodactylus martinicensis</i> en Guadeloupe et Martinique	7
Figure 3. Répartition d' <i>Eleutherodactylus pinchoni</i> en Guadeloupe.....	7
Figure 4. Répartition des différentes sous-espèces de <i>Mabuya desiradae</i> en Guadeloupe.....	10
Figure 5. Informations sur la répartition et l'habitat de <i>M. desiradae</i> sur les îlets de la réserve naturelle des îlets de Petite Terre : distribution de l'espèce	11
Figure 6. Informations sur la répartition et l'habitat de <i>M. desiradae</i> sur l'archipel des Saintes.....	11
Figure 7. Informations sur la répartition et l'habitat de <i>M. desiradae</i> sur l'île de la Désirade	12
Figure 8. Répartition des espèces du genre <i>Sphaerodactylus</i> en Martinique.....	14
Figure 9. Répartition de <i>Thecadactylus rapicauda</i> en Guadeloupe	15
Tableau 1. Espèces d'amphibiens et de reptiles présentes en Martinique et Guadeloupe avec leur catégorie UICN sur les listes régionales Guadeloupe et Martinique.	4

Contexte

Le projet de surveillance de l'herpétofaune guyanaise et antillaise prévoit **la validation statistique de protocoles pour le suivi des tendances des populations de certaines espèces d'amphibiens et de reptiles de Guadeloupe, Martinique et Guyane** sur le long terme. Le nombre d'espèces d'amphibiens et de reptiles étant élevé dans les trois territoires concernés, la mise en place de protocoles de surveillance sur l'ensemble des espèces paraît irréalisable. De plus, certaines espèces sont extrêmement difficile à détecter, nécessitant des efforts considérables afin d'obtenir une puissance statistique suffisante.

Par conséquent, il s'agit ici de développer une méthodologie de sélection des espèces prioritaires sur lesquelles mettre en place des suivis dans les **Antilles (Guadeloupe et Martinique)** – bien que le nombre d'espèces d'amphibiens et de reptiles soit relativement limité sur ces territoires (Tableau 1) –, basée sur plusieurs critères.

Tableau 1. Espèces d'amphibiens et de reptiles présentes en Martinique et Guadeloupe avec leur catégorie UICN sur les listes régionales Guadeloupe et Martinique. A noter que les espèces considérées comme éteintes régionalement n'ont pas été incluses dans ce tableau.

	Nom scientifique	Nom commun	Catégorie Liste rouge Martinique	Catégorie Liste rouge Guadeloupe
Amphibiens	<i>Allobates chalcopis</i>	Allobate de la Martinique	CR	
	<i>Eleutherodactylus barlagnei</i>	Éleuthérodactyle de Barlagne		EN
	<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>	Éleuthérodactyle de Pinchon		VU
	<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Éleuthérodactyle de Martinique	NT	NT
Reptiles	<i>Erythrolamprus cursor</i>	Couleuvre couresse	CR	
	<i>Mabuya mabouya</i>	Scinque mabouya	CR	
	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles	CR	CR
	<i>Alsophis antillensis</i>	Couleuvre des Antilles		CR
	<i>Capitellum mariagalantae</i>	Scinque de Marie-Galante		CR
	<i>Erythrolamprus juliae</i>	Couleuvre de Julia		CR
	<i>Bothrops lanceolatus</i>	Bothrops fer-de-lance	EN	
	<i>Alsophis sanctonum</i>	Couleuvre des Saintes		EN
	<i>Mabuya desiradae</i>	Scinque guadeloupéen		EN
	<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>	Sphérodactyle des Saintes		EN
	<i>Sphaerodactylus fantasticus</i>	Sphérodactyle bizarre		LC
	<i>Sphaerodactylus festus</i>	Sphérodactyle cocardé	LC	
	<i>Sphaerodactylus vincenti</i>	Sphérodactyle de Saint-Vincent	NT	
	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Thécadactyle à queue turbinée	NT	LC
	<i>Ctenonotus ferreus</i>	Anolis de Marie-Galante		NT
	<i>Ctenonotus marmoratus</i>	Anolis marbré		LC
	<i>Ctenonotus terraearum</i>	Anolis des Saintes		LC
	<i>Dactyloa roquet</i>	Anolis de la Martinique	LC	
	<i>Tetracheilostoma bilineatum</i>	Leptotyphlops à deux raies	DD	
	<i>Antillotyphlops guadeloupensis</i>	Typhlops de Guadeloupe		DD
	<i>Gymnophthalmus pleii</i>	Gymnophthalme de Plée	LC	

La méthode retenue pour la hiérarchisation des priorités pour ces deux territoires est basée sur (1) une évaluation de la faisabilité d'un protocole de suivi (filtre 'déteclabilité') et/ou (2) une priorisation selon le statut d'endémisme et de menace et sur les besoins du territoire en matière de connaissance des tendances.

Amphibiens

Au total, **4 espèces d'amphibiens indigènes** sont présentes sur les territoires de la Guadeloupe et de la Martinique. Après une présentation de ces dernières, la faisabilité et les besoins de mise en place d'un suivi à long terme sont évalués.

Allobate de la Martinique (*Allobates chalcopis*)

L'Allobate de la Martinique (*Allobates chalcopis*) est une espèce décrite récemment (Kaiser et al. 1994), **endémique de la Martinique**. C'est l'unique représentant de la famille des Aromobatidae aux Antilles et son statut d'endémisme a été prouvé par une étude génétique (Fouquet et al. 2013) suite à la capture de deux individus sur le sommet de la montagne Pelée (Dewynter et al. 2011). Lors de sa description, l'espèce avait été contactée dans les ravines le long de la route Morne Rouge - Ajoupa Bouillon (Kaiser et al. 1994). Depuis 2009, les prospections réalisées dans ces localités (Dewynter et al. 2011; Hedges & Díaz 2011) n'ont pas permis de retrouver l'espèce. La répartition actuelle de l'espèce (du moins des mâles chanteurs) semble aujourd'hui

exclusivement liée aux savanes d'altitude supérieure à 800 m de la montagne Pelée (Figure 1). Des recherches spécifiques menées en 2018 n'ont pas permis de confirmer la présence de cette espèce sur les Pitons du carbet (Biotopie 2018). La répartition actuelle connue n'est basée que sur peu de données et mériterait d'être affinée. Néanmoins, plusieurs éléments se dessinent dans la littérature :

- *Allobates chalcopis* est une **espèce micro-endémique**, seule représentante de sa famille aux Antilles et considérée comme **en danger critique d'extinction** (CR) sur la liste rouge UICN de la Martinique ;

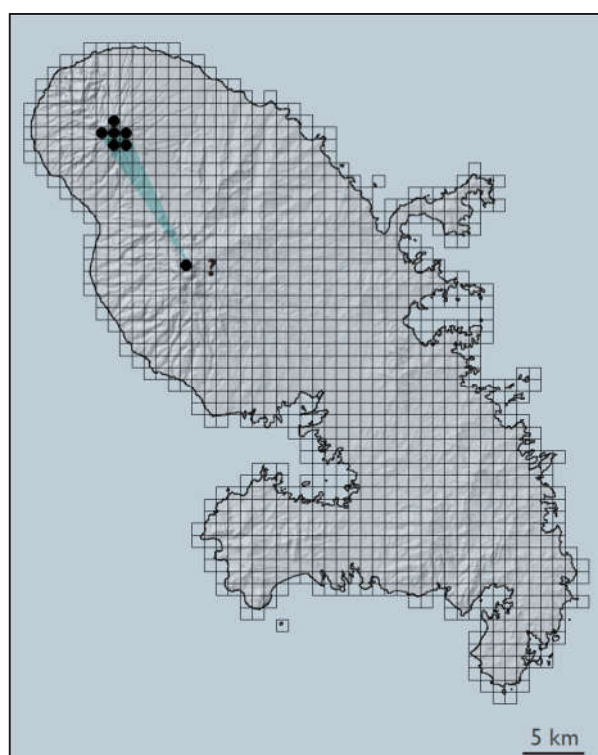


Figure 1. Répartition d'*Allobates chalcopis* en Martinique. Le point sur les Pitons du carbet est indiqué avec un point d'interrogation car la présence de l'espèce n'y est pas attestée (d'après Dewynter et al. 2023).

- L'aire de répartition d'*Allobates chalcopis* semble avoir considérablement évolué depuis les dernières observations de 1991. La répartition observée depuis 2011 **suggère un déplacement altitudinal** des populations de l'ordre de 400 m, sans que l'on sache si l'espèce était présente au-delà de 700 m d'altitude en 1991 (Dewynter et al. 2011) ;
- Comme toutes les espèces liées aux reliefs, on peut s'attendre à un **effet important des changements climatiques** avec un risque d'extinction plus élevé (Guirguis et al. 2023).

Bien qu'elle soit extrêmement difficile à capturer, cette espèce possède une **bonne probabilité de détection au chant** (Dewynter et al. 2011). En effet, l'activité vocale des mâles s'étale toute la journée - de l'aube au crépuscule - et semble fluctuer selon l'ensoleillement avec un pic d'activité entre 16h00 et 17h00 (Dewynter et al. 2011). Ces informations sont basées uniquement sur des enregistrements réalisés en octobre 2011 et les variations annuelles dans la probabilité de détection ne sont pas connues.

Éleuthérodactyle de Barlagne (*Eleutherodactylus barlagnei*)

Eleutherodactylus barlagnei a été décrite en 1965. C'est une espèce endémique de la Basse-Terre, considérée en danger d'extinction dans la liste rouge. Sans aucune donnée de l'espèce depuis plus de 20 ans, des travaux associant bibliographie exhaustive, morphologie, acoustique et génétique ont été mis en place depuis pour tenter de la redécouvrir. Aubin et al. (2014) n'ont trouvé aucun indice de l'espèce dans leur échantillonnage au sein du Parc national de la Guadeloupe. Angin et al. (en préparation) ont obtenu des résultats similaires avec un échantillonnage plus important. Dans l'état actuel des connaissances, il n'est donc pas possible de définir si ce taxon correspond réellement à une espèce valide et donc encore moins d'envisager la mise en place d'un suivi sur le long terme de cette espèce.

- **Au vu de ces éléments, cette espèce n'est pas considérée comme prioritaire pour le développement d'un protocole de suivi.**

Hylode de la Martinique (*Eleutherodactylus martinicensis*) et Hylode de Pinchon (*Eleutherodactylus pinchoni*)

L'Hylode de la Martinique (*Eleutherodactylus martinicensis*) se retrouve **en Guadeloupe (et îles dépendantes) et en Martinique** (Figure 2). Elle est également considérée comme indigène à la Dominique même si la présence des deux taxons *E. martinicensis* et *E. amplinympha* sur ce territoire n'est pour l'instant pas avérée (Brisbane et al. 2023). Elle est introduite sur Saint-Barthélemy et Saint-Martin. En Guadeloupe et en Martinique, cette espèce est largement distribuée dans l'ensemble des habitats (Angin et al. 2024 ; Dewynter et al. 2023). En Martinique, elle semble néanmoins plutôt liée aux habitats frais et humides et il a été suggéré que l'espèce introduite *Eleutherodactylus johnstonei* l'ait remplacée dans les habitats plus secs (Dewynter

2018). L'espèce est considérée comme presque menacée (NT) sur les listes rouges régionales de Guadeloupe et de Martinique (Tableau 1).

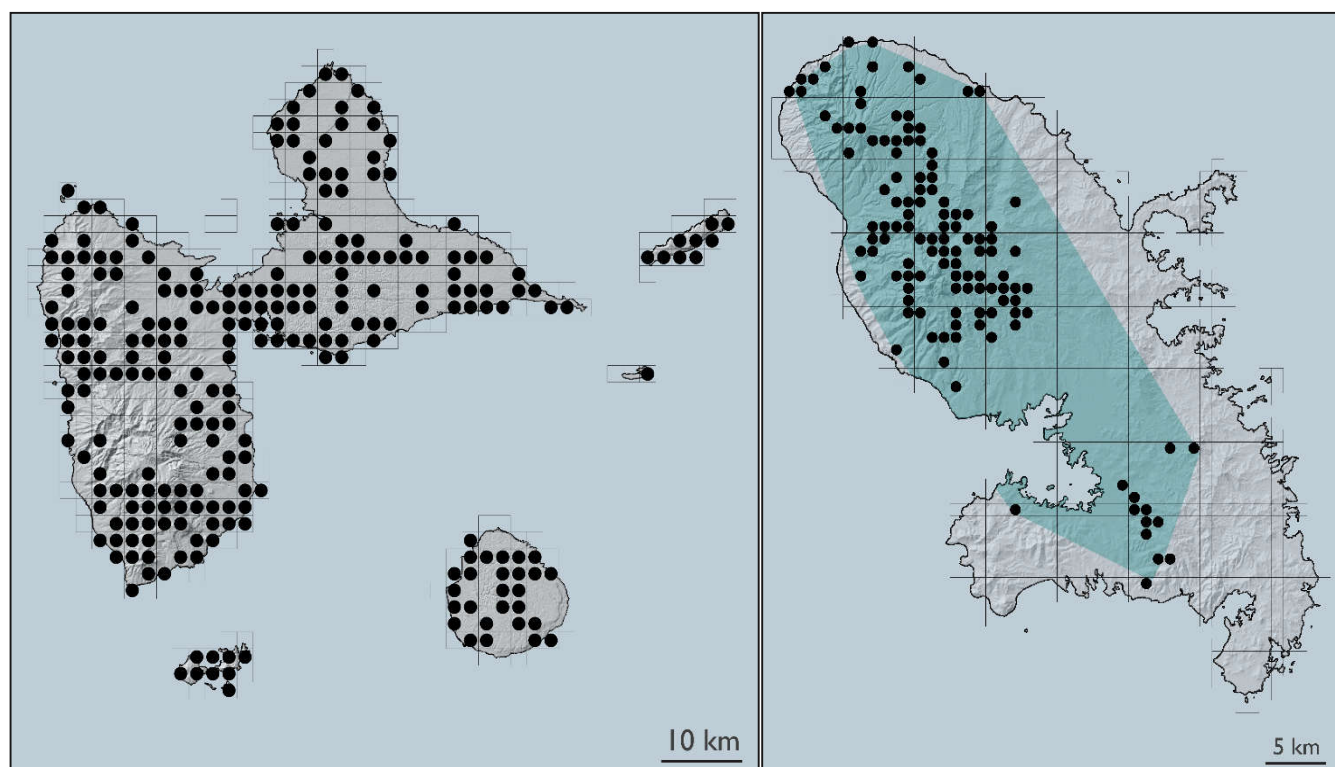


Figure 2. Répartition d'*Eleutherodactylus martinicensis* en Guadeloupe (à gauche, d'après Angin et al. 2024) et Martinique (à droite, d'après Dewynter et al. 2023).

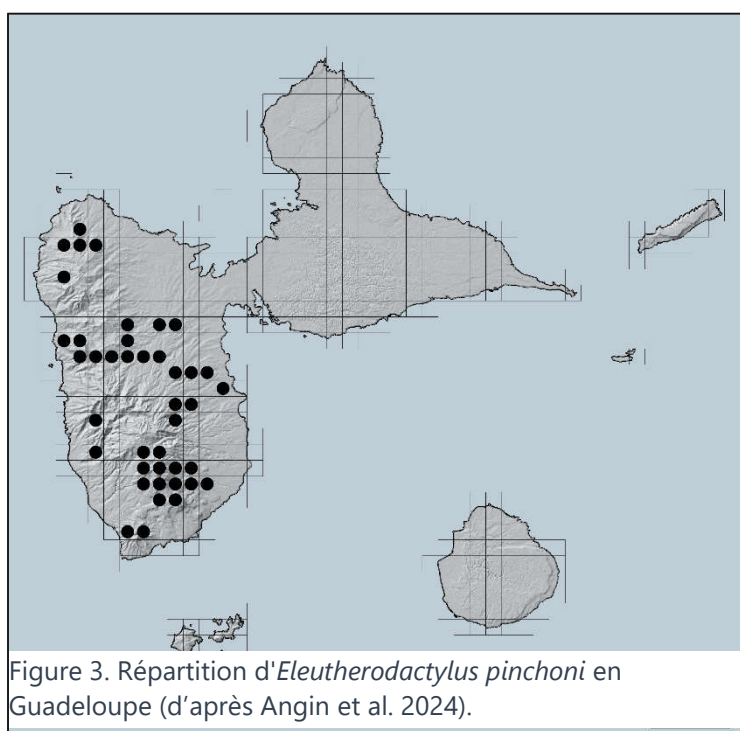


Figure 3. Répartition d'*Eleutherodactylus pinchoni* en Guadeloupe (d'après Angin et al. 2024).

L'Hylode de Pinchon (*Eleutherodactylus pinchoni*) est une espèce **endémique de la Basse-Terre de Guadeloupe** (Figure 3). C'est une espèce essentiellement nocturne que l'on retrouve dans les forêts humides et les savanes à Broméliacées. Elle se retrouve du niveau de la mer jusqu'au sommet de la Soufrière. Elle est considérée comme vulnérable (VU) sur la liste rouge UICN de Guadeloupe (Tableau 1). *E. martinicensis* et *E. pinchoni* sont toutes deux soumises à des pressions importantes comme la destruction de leurs habitats par les

activités humaines, la pollution, la compétition avec d'autres espèces introduites (en particulier *E. johnstonei*) ainsi que les pressions liées aux autres espèces exotiques qui influencent de manière générale la fonctionnalité des écosystèmes.

Plan d'action « Amphibiens »

Au vu des éléments présentés ci-dessus, le plan d'action concernant la mise en œuvre de protocoles de suivi pour les amphibiens de Guadeloupe et Martinique est le suivant :

- **la mise en place d'un suivi sur le long terme apparaît comme prioritaire** pour *A. chalcopis*, *E. martinicensis* et *E. pinchoni* au vu des différentes menaces qui s'exercent sur ces espèces ;
- la bonne probabilité de détection au chant de ces espèces incite à proposer un **protocole de suivi en présence/absence permettant une analyse en site occupancy** ;
- une **étude pilote** préalable permettrait (1) d'affiner les connaissances sur la distribution de ces trois espèces, (2) de préciser leur phénologie et leur rythme d'activité afin d'affiner la période des suivis et dimensionner au mieux le nombre de sites et le nombre de passage et (3) de développer un algorithme de reconnaissance automatique pour ces 3 espèces ainsi que pour l'espèce *E. johnstonei*.

Pour être réalisé au mieux, ce plan d'action nécessite la recherche de **financements complémentaires** qui devront inclure :

- ▶ l'achat d'au minimum 15 enregistreurs automatiques de son et de capteurs de température et hygrométrie de l'air et des capteurs d'humidité du sol permettant d'acquérir sur les mêmes localités des enregistrements sonores et la mesure de paramètres climatiques ;
- ▶ la réalisation d'une année d'enregistrement sur une sélection de sites où les espèces sont connues et dans différents types de milieux afin d'obtenir des informations précises sur (1) la phénologie annuelle des espèces et (2) les facteurs (saison, pluviométrie, etc.) qui influent sur la probabilité de détection des espèces ;
- ▶ une prestation pour le développement d'un algorithme de détection automatique des chants ;
- ▶ le financement de jours de terrain pour le relevé des enregistreurs afin de compléter le temps salarié disponible dans le cadre du projet de surveillance actuel ;
- ▶ le couplage avec des transects de points d'écoute afin d'augmenter la couverture spatiale des données pour le dimensionnement du protocole de suivi.

Reptiles

Au total, 21 espèces de reptiles sont présentes sur les territoires de la Guadeloupe et de la Martinique. Un premier filtre '*détectabilité*' permet de retirer de la discussion un certain nombre d'espèces :

- les serpents *Erythrolamprus cursor* (Martinique), *Alsophis antillensis* (Guadeloupe) et *Erythrolamprus juliae* (Guadeloupe) bien que considérés comme en danger critique d'extinction sur les listes rouges UICN n'ont fait l'objet que de **très rares (voire aucune) observations au cours des 10 dernières années**. Dans l'état actuel des populations et des connaissances sur ces espèces, il n'est pas envisageable de pouvoir proposer un protocole de suivi sur le long terme ;
- le serpent *Bothrops lanceolatus* (Martinique), bien qu'ayant fait l'objet de plus d'observations ces 10 dernières années, possède néanmoins une **très faible probabilité de détection**. Un projet actuellement en cours vise à estimer le domaine vital de cette espèce et à réaliser la mise à jour de son statut de conservation. La création d'un observatoire visant à faire remonter et bancariser l'ensemble des observations de l'espèce est également en projet. La mise en place d'un protocole de suivi permettant d'estimer des tendances de population de manière fiable n'est pas envisageable dans l'état actuel des connaissances sur l'espèce ;
- les espèces de lézards *Capitellum mariagalantae* (Guadeloupe) et *Mabuya mabouya* (Martinique) peuvent être **considérées comme éteintes** ;
- *Tetracheilostoma bilineatum* et *Antillotyphlops guadeloupensis* sont des petites espèces de serpents fouisseuses. Leur **détection est extrêmement difficile**. Elles sont toutes les deux considérées comme DD (données manquantes) sur leur liste rouge respective (liste rouge Martinique pour *Tetracheilostoma bilineatum* et liste rouge Guadeloupe pour *Antillotyphlops guadeloupensis*) et sont très probablement menacées par la dégradation des habitats mais également par l'introduction d'espèces compétitives comme *Indotyphlops braminus* qui est présente autant en Guadeloupe qu'en Martinique. Néanmoins, à la vue de leur très faible probabilité de détection, il apparaît comme très difficile de mettre au point un protocole de suivi pertinent pour ces espèces.

Par ailleurs, deux espèces possèdent déjà des protocoles de suivi ayant été validés statistiquement :

- ▶ l'Iguane des Petites Antilles (*Iguana delicatissima*) pour lequel sont disponibles plusieurs protocoles (protocole par capture-marquage-recapture – CMR – et protocole couplant distance sampling, site occupancy et N-mixture) ;

- la Couresse des Saintes (*Alsophis sanctonum*) pour laquelle est disponible un protocole par site occupancy et N-mixture.

Suite à ces éléments, restent donc 11 espèces présentées brièvement ci-dessous pour lesquelles sont évalués la faisabilité et les besoins de la mise en place d'un suivi à long terme.

Scinque guadeloupéen (*Mabuya desiradae*)

La taxonomie de cette espèce est encore très discutée au sein de la communauté scientifique. Pour certains auteurs, les populations de la réserve naturelle des îlets de Petite Terre, de l'archipel des Saintes et de la Désirade, seules populations encore présentes de cette espèce, correspondraient à des espèces distinctes, tandis que d'autres auteurs considèrent une seule espèce sur ces trois localités et les considèrent comme des sous-espèces (Figure 4). Néanmoins, la biologie et l'écologie de ces 3 taxons étant similaires, ce point n'aura pas d'influence sur les possibilités et les modalités d'un suivi sur le long terme. En revanche, au sein de ces 3 populations, l'habitat utilisé par l'espèce en dernier refuge contre la pression exercée notamment par les espèces exotiques envahissantes est différent et ce point impliquera de travailler à l'adaptation locale des protocoles de suivis.

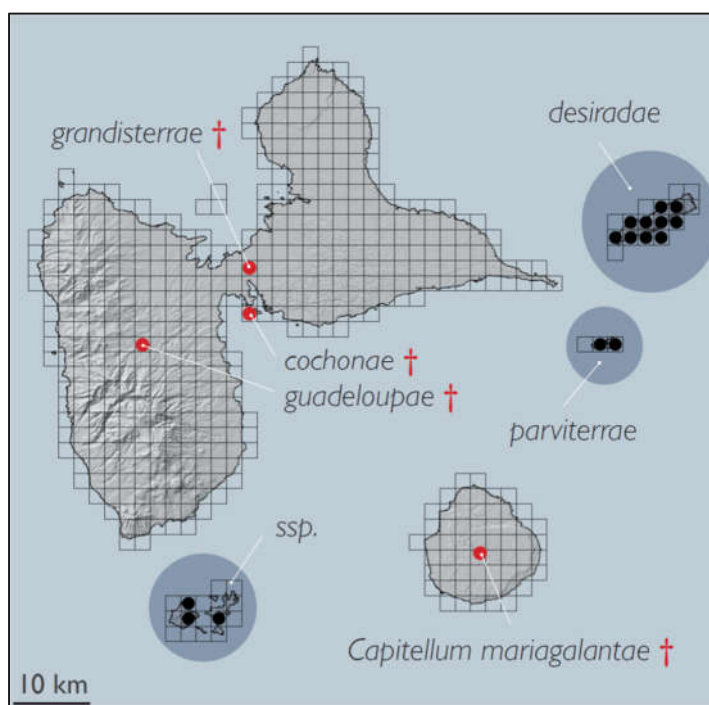


Figure 4. Répartition des différentes sous-espèces de *Mabuya desiradae* en Guadeloupe. Les taxons considérés comme éteints y sont également indiqués (d'après Angin et al. 2024).

Sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre, le Scinque guadeloupéen n'est connu que de Terre-de-Bas et on l'observe souvent sur les **murets de pierres sèches ou à la base des touffes d'agave** (Figure 5). Ces deux micro-habitats constituent des refuges contre les rats, leur principal prédateur. Sur l'archipel des Saintes, l'espèce n'est à ce jour connue que des îles de **Terre-de-Haut et de Terre-de-Bas** (Figure 5). Elle est considérée comme absente des autres îlets de moindre importance de l'archipel, mais la discrétion et la difficulté d'observation de l'espèce rendent cette conclusion toute relative. Sur Terre-de-Haut, la population de *M. desiradae* se concentre sur le massif du Chameau où l'espèce occupe préférentiellement les massifs de Broméliacées communs sur ce mont (Figure 6). Sur Terre-de-Bas, seules quelques données éparées sont disponibles ne permettant pas d'avoir une vue claire de la distribution de l'espèce. Sur **la Désirade**, on retrouve l'espèce sur l'ensemble de l'île avec une présence marquée dans les **forêts clairsemées du plateau sommital** (Figure 7).



Figure 5. Informations sur la répartition et l'habitat de *M. desiradae* sur les îlets de la réserve naturelle des îlets de Petite Terre : distribution de l'espèce (d'après Angin 2022 ; à gauche ; le muret de pierre sèche '14' où se concentrent actuellement la majorité des observations de l'espèce (d'après Schedwill 2013 ; à droite).

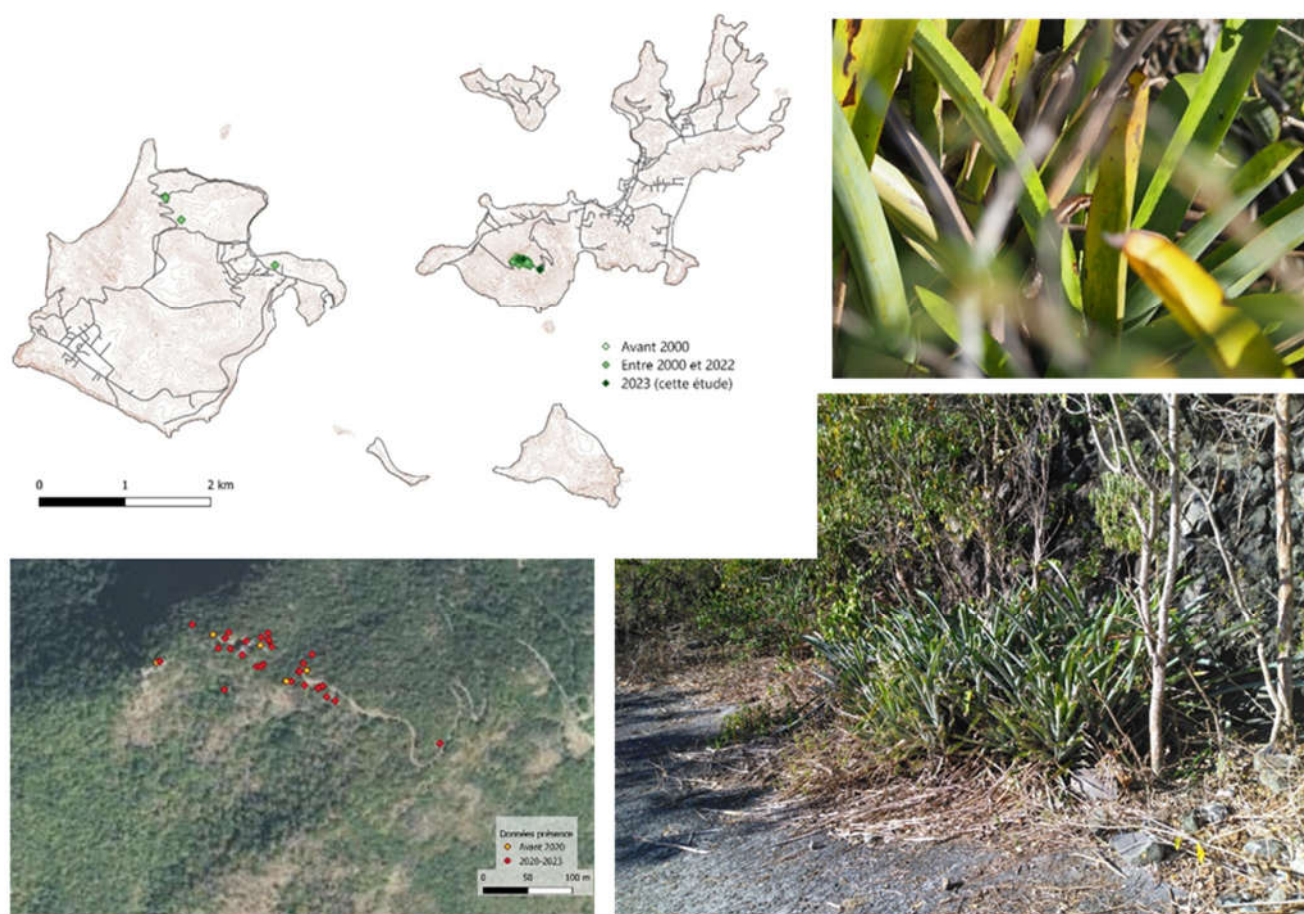


Figure 6. Informations sur la répartition et l'habitat de *M. desiradae* sur l'archipel des Saintes : répartition de l'espèce sur l'archipel (d'après Angin et Courtois, 2023 ; en haut à gauche) et zoom sur la population du chameau (en bas à gauche) ; habitat de l'espèce sur le massif du chameau dans les massifs de Broméliacées (à droite en haut et en bas ; @E. Courtois).

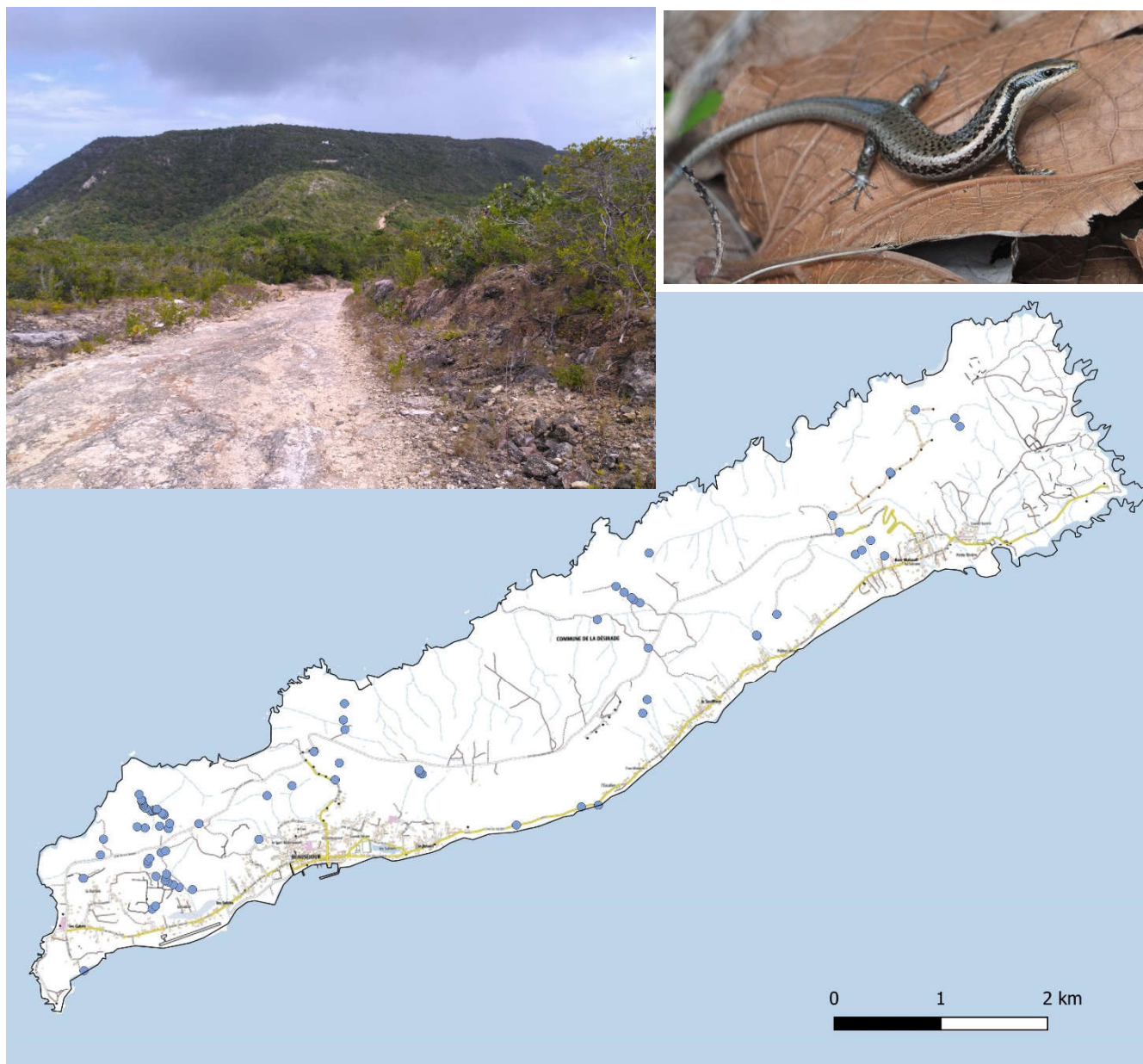


Figure 7. Informations sur la répartition et l'habitat de *M. desiradae* sur l'île de la Désirade : répartition de l'espèce sur l'île (d'après Angin et al. 2024 ; en bas) ; habitats de l'espèce sur le plateau de la Désirade (en haut à gauche) et individu photographié *in situ* (en haut à droite ; @ E. Courtois).

Au vu de la rareté actuelle de l'espèce, des menaces qui pèsent sur ses populations et des opérations de gestion qui pourraient voir le jour dans les années à venir (dératisation de la réserve naturelle des îlets de Petite Terre, protection des massifs de Broméliacées du massif du Chameau, etc.), il apparaît comme **hautement prioritaire de développer une méthodologie permettant de suivre l'évolution des populations de cette espèce** pour évaluer notamment l'efficacité des mesures de gestion. Le Plan national d'actions pour la conservation des scinques, couresses et geckos de Guadeloupe et Saint-Martin en cours de rédaction a également identifié comme prioritaire la définition de protocole de suivi long terme pour cette espèce. Au vu des éléments présentés ci-dessus et au vu de la biologie et du statut menacé de l'espèce :

- un protocole de suivi par capture-marquage-recapture pourrait apporter des informations cruciales pour cette espèce mais resterait forcément invasif puisque nécessitant la capture et le marquage des individus. Au vu de la sensibilité de l'espèce et de sa faible détectabilité, il n'apparaît pas faisable de s'engager dans cette voie. **La définition d'un protocole en site occupancy et N-mixture paraît plus adapté ;**
- les différences dans les habitats utilisés par l'espèce sur les 3 populations principales connues (Massif du Chameau sur Terre-de-Haut dans l'archipel des Saintes, Terre-de-bas sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre et l'île de la Désirade) nécessitent de prévoir des **adaptations locales des protocoles mais l'objectif est néanmoins de proposer un protocole qui puisse être conjoint à ces trois populations.**

Sphérodactyle des Saintes (*Sphaerodactylus phyzacinus*), Sphérodactyle bizarre (*S. fantasticus*), Sphérodactyle de Saint-Vincent (*S. vincenti*) et Sphérodactyle de la Martinique (*S. festus*)

Ce sont 4 espèces de geckos de litière présentes en Guadeloupe (*S. fantasticus* et *S. phyzacinus*) et en Martinique (*S. vincenti* et *S. festus*) (Figure 8). *S. fantasticus* en Guadeloupe et *S. festus* en Martinique sont considérées comme LC sur leur liste rouge UICN respective tandis que *S. vincenti* est considérée comme presque menacée (NT) en Martinique. ***S. phyzacinus*, endémique de l'archipel des Saintes en Guadeloupe, est considérée comme en danger d'extinction (EN).** Ces quatre espèces présentent une écologie relativement similaire. Ce sont de petits geckos diurnes et terrestres qui peuvent abonder localement dans la litière. Les activités humaines (déforestation au profit des zones agricoles et urbaines, présence d'espèces exotiques envahissantes végétales) ont clairement un impact sur ces espèces.

Les densités de Sphérodactyles peuvent varier en fonction des localités. Pour *S. phyzacinus* sur les différentes îles de l'archipel des Saintes par exemple, la densité est très forte sur Grand-Îlet et faible dans les autres zones. Dans les zones de forte densité, la méthode la plus adaptée pour l'estimation de la densité des espèces du genre *Sphaerodactylus* sur une zone semble être la méthode des quadrats avec comptage (Steinberg et al. 2007). Cette méthode a été testée avec succès en Guadeloupe sur *S. fantasticus* (Angin, comm. pers.). Dans les zones de plus faible densité, la mise en place d'abris artificiels, sous lesquels les *Sphaerodactylus* ont tendance à se regrouper, pourrait être testée. Il faut néanmoins noter qu'en général dans ce type de protocole en milieu tropical ou sub-tropical (contrairement au milieux tempérés), un très grand nombre d'abris artificiel doit être utilisé.

L'espèce ***S. phyzacinus* étant l'espèce la plus menacée de ce groupe, il est proposé de concentrer les efforts de développement de protocole sur cette espèce.** Les protocoles proposés pouvant ensuite être adaptés aux autres espèces du genre.

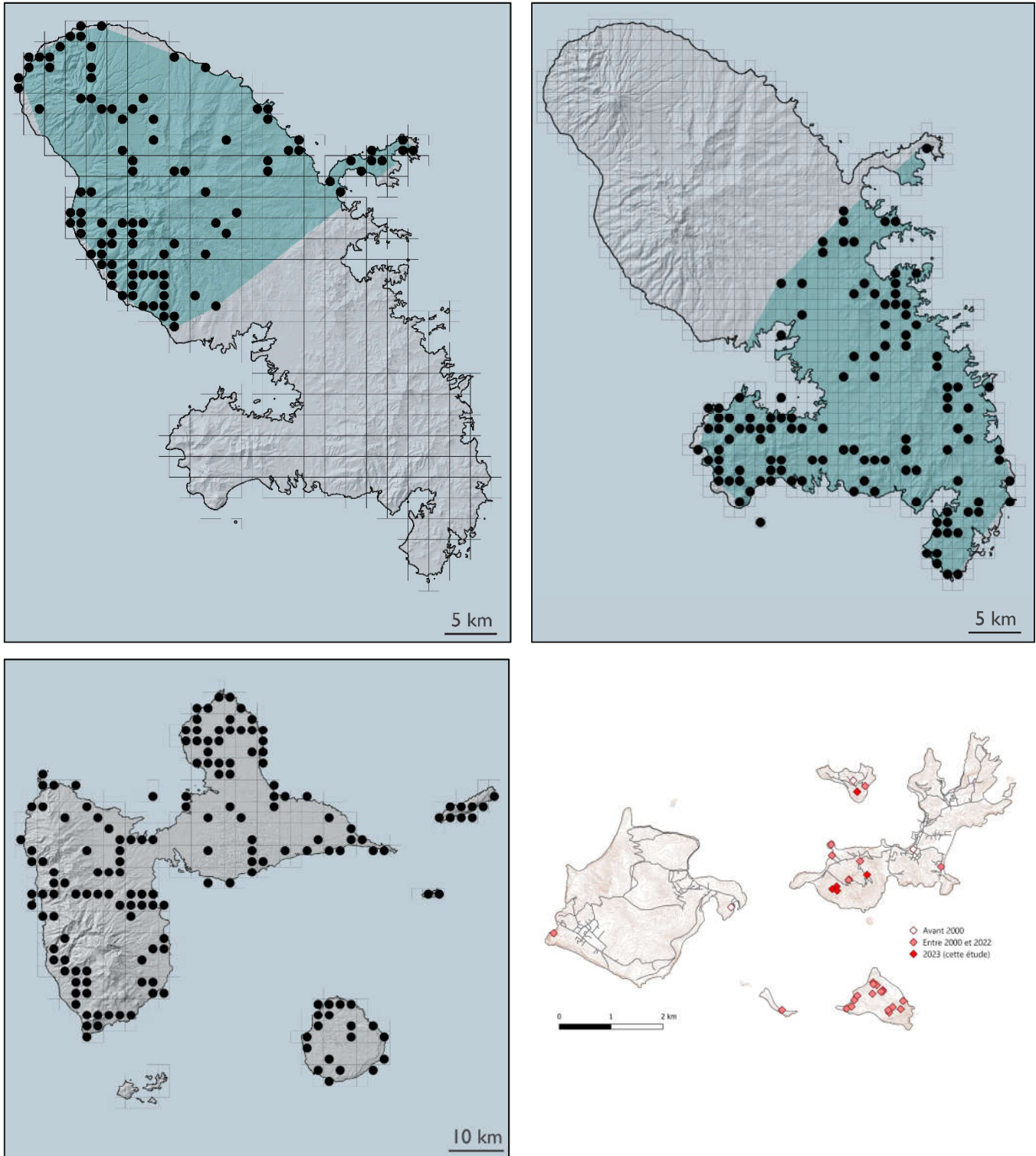


Figure 8. Répartition des espèces du genre *Sphaerodactylus* en Martinique : *S. festus* (en haut à gauche, d'après Dewynter et al. 2023) et *S. vincenti* (en haut à droite, d'après Dewynter et al. 2023). Répartition des espèces du genre *Sphaerodactylus* en Guadeloupe : *S. fantasticus* (en bas à gauche, d'après Angin et al. 2024) et *S. phyzacinus* (en bas à droite, d'après Angin & Courtois, 2023).

Thécadactyle à queue turbinée (*Thecadactylus rapicauda*)

Les Thécadactyles de la Martinique et de la Guadeloupe sont actuellement considérés comme appartenant à l'espèce *T. rapicauda*, une espèce à vaste répartition sud-Américaine qui aurait colonisé les îles des Antilles (Hoogmoed 1973). Cependant, des études génétiques récentes ont suggéré que **les Thécadactyles présents dans les îles des Petites Antilles pourraient appartenir à des espèces distinctes non décrites** (Kronauer et al. 2005). Néanmoins, cette étude n'incluait pas de matériel génétique provenant de la Guadeloupe ni de la Martinique et le statut taxonomique des espèces présentes sur ces deux îles reste pour l'instant inconnu. Ce point présente une certaine importance car les taxons présents sur ces îles pourraient être alors considérés comme endémiques. Sur les deux îles, l'espèce présente une large répartition mais avec peu d'observations (Figure 9).

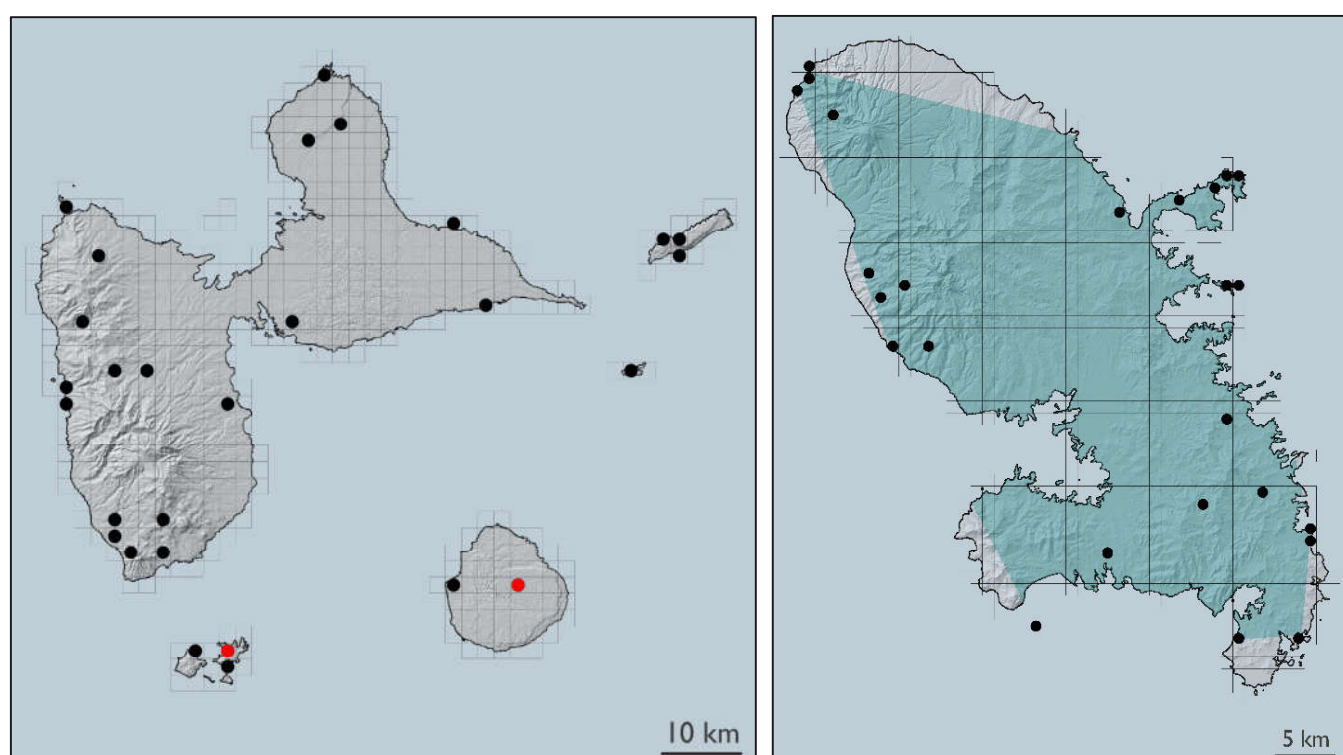


Figure 9. Répartition de *Thecadactylus rapicauda* en Guadeloupe (à gauche, d'après Angin et al. 2024) et Martinique (à droite, d'après Dewynter et al. 2023). Les points rouges montrent les localités anciennes (antérieures à 1990).

L'espèce n'est pas considérée comme particulièrement menacée actuellement (LC sur la liste rouge UICN Guadeloupe et NT sur la liste rouge Martinique), mais la compétition avec les autres espèces de geckos envahissants pourrait constituer une menace sur le long terme. Au vu de ces éléments, le développement d'un protocole de suivi sur le long terme pour les *Thecadactylus rapicauda* de la Martinique et de la Guadeloupe permettrait de suivre la distribution spatiale de l'espèce ainsi que son abondance moyenne et d'**évaluer l'impact des geckos exotiques sur cette espèce indigène (voire endémique)**. Cette espèce est donc considérée comme **prioritaire pour le test d'un protocole de suivi**.

Anolis de la Guadeloupe (*Ctenonotus marmoratus*), Anolis des Saintes (*C. terraealtae*), Anolis de Marie-Galante (*C. ferreus*) et Anolis roquet (*Dactyloa roquet*)

Ce sont quatre espèces de lézards de la famille de Dactyloïdés dont trois sont considérées comme LC (préoccupations mineures) sur leur liste rouge respective (liste rouge Martinique pour *Dactyloa roquet* et liste rouge Guadeloupe pour *Ctenonotus marmoratus* et *C. terraealtae*) et une considérée comme presque menacée (NT, *C. ferreus* en Guadeloupe). *D. roquet*, *C. marmoratus* et *C. terraealtae* sont des espèces localement abondantes et présentant une grande valence écologique qui leur confère une bonne capacité d'adaptation aux environnements anthropiques. Ces espèces ne semblent pas souffrir de l'introduction des espèces exotiques que ce soit des prédateurs (mangouste, chat, etc.) ou d'éventuels compétiteurs. Pour ces raisons, **ces trois espèces ne sont pas considérées comme prioritaires pour la proposition d'un protocole de suivi à long terme.**

C. ferreus semble être présent en moins grande densité et pourrait être plus sensible aux impacts des activités humaines, raison pour laquelle il est considéré comme presque menacé (NT) sur la liste rouge UICN de la Guadeloupe. Néanmoins, le développement d'un protocole de suivi pour cette espèce possédant des mœurs en partie arboricole est relativement compliqué. Pour ces raisons, **cette espèce n'est pas considérée comme prioritaire pour la mise en place d'un protocole de suivi. Néanmoins, si dans un second temps les ressources financières disponibles pour ce projet le permettent, il serait pertinent de consacrer du temps au test d'un protocole adapté.**

Gymnophthalme de Plée martiniquais (*Gymnophthalmus pleii*)

Ce petit lézard terrestre est endémique des Petites Antilles et se rencontre uniquement à Sainte-Lucie, en Martinique et à la Dominique. On le retrouve dans les endroits dégagés, sur les talus des routes, dans la litière des forêts littorales ou dans la végétation d'arrière plage (Dewynter 2018). Il tolère bien la présence humaine et fréquente les jardins, les pelouse voire les bananeraies (Dewynter 2018). En Martinique, où il est largement distribué, il n'est pas considéré comme menacé (LC sur la liste rouge UICN) ; mais l'arrivée depuis 1992 (Dewynter 2018) de l'espèce exotique envahissante *Gymnophthalmus underwoodi* pourrait représenter une menace pour l'espèce. Cette espèce exotique étant parthénogénétique, elle possède une forte capacité de dispersion et entre clairement en compétition avec *G. pleii* sur certains secteurs sans qu'il soit actuellement possible d'affirmer que cela puisse conduire à un déclin de l'espèce endémique. Pour cette raison, comme pour *C. ferreus*, **bien que l'espèce ne soit pas prioritaire pour la mise en place d'un protocole de suivi, le développement - dans un second temps et en fonction des moyens restant disponibles - d'un protocole adapté serait pertinent.**

Plan d'action « Reptiles »

Au vu des éléments présentés ci-dessus, **la mise en place d'un suivi sur le long terme apparaît comme prioritaire pour trois espèces** (*M. desiradae*, *T. rapicauda* et *S. phyzacinus*) :

- Pour *M. desiradae*, il est proposé le test de **protocoles de suivi en présence/absence permettant une analyse en site occupancy** avec une adaptation locale en fonction des micro-habitats préférentiels de l'espèce sur les 3 populations suivantes : massif du Chameau (Terre-de-Haut, archipel des Saintes), Terre-de-Bas (réserve naturelle des îlets de Petite Terre) et île de la Désirade. **Un financement complémentaire a déjà été obtenu pour travailler sur le test du protocole sur le site des Saintes** (DEAL Guadeloupe) et un partenariat avec la réserve naturelle des îlets de Petite Terre permet également la mise en place du test du protocole sur le site de Terre-de-Bas. **Ces tests sont prévus pour les mois de septembre-octobre 2024** (Annexes 1 et 2).
- Pour *T. rapicauda*, il est proposé de développer un **protocole de suivi en site occupancy/N-mixture en testant l'utilisation d'abris artificiels** pour augmenter la probabilité de détection de l'espèce tout en couplant avec un suivi des geckos envahissants sur les mêmes sites. Des abris artificiels ayant été déployés en 2023 par Caribaea initiative en Martinique sur 6 localités, il est proposé de réutiliser ces abris pour le test du protocole. Si possible, des localités dans le même contexte avec un nombre équivalent d'abris seront également rajoutées en Guadeloupe. Pour cette espèce : (1) un financement complémentaire doit être trouvé pour l'ajout des sites de test en Guadeloupe, (2) une demande de dérogation de dérangement et manipulation d'espèces protégées doit être déposées aux DEAL correspondantes (Martinique et Guadeloupe) et (3) une fois ces deux points sécurisés, le test de protocole proposé (Annexe 3) pourra être réalisé (prévisionnel de démarrage vers avril-mai 2025).
- Pour *S. phyzacinus*, il est proposé de travailler à la définition de **deux protocoles complémentaires** (Annexe 4) qui pourront être généralisés aux espèces du même genre :
 - a. un protocole **d'estimation de densité par comptage exhaustif** sur des quadrats de 2 m * 2 m (ou 1 m * 1 m) sur la population de Grand-îlet : le nombre et la localisation de ces quadrats devront être définis en fonction de l'accessibilité et de la puissance nécessaire pour détecter un éventuel changement dans les densités ;
 - b. un protocole de suivi **en utilisant des abris artificiels** pour les populations de Terre-de-Haut, Terre-de-Bas et de l'îlet à Cabrit : ce protocole devrait être testé plus spécifiquement pour définir le matériel qui convient le mieux et l'effort minimum à mettre en place pour arriver à des résultats suffisants. Des partenaires doivent être mobilisés pour la mise en place de ces tests.

Récapitulatif

	Nom scientifique	Nom commun	Catégorie Liste rouge Martinique	Catégorie Liste rouge Guadeloupe	Priorité	Plan d'actions	Période d'actions
Amphibiens	<i>Allobates chalcopis</i>	Allobate de la Martinique	CR		Prioritaire	Recherche de financement complémentaire pour la réalisation de l'étude pilote	Automne 2024 > recherche de financement Printemps 2025 – Printemps 2026 > si financement complémentaire obtenu, mise en place de l'étude pilote
	<i>Eleutherodactylus barlagnei</i>	Éleuthérodactyle de Barlagne		EN	Non prioritaire	--	
	<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>	Éleuthérodactyle de Pinchon		VU	Prioritaire	Recherche de financement complémentaire pour la réalisation de l'étude pilote	Automne 2024 > recherche de financement Printemps 2025 – Printemps 2026 > si financement complémentaire obtenu, mise en place de l'étude pilote
	<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Éleuthérodactyle de Martinique	NT	NT	Prioritaire	Recherche de financement complémentaire pour la réalisation de l'étude pilote	Automne 2024 > recherche de financement Printemps 2025 – Printemps 2026 > si financement complémentaire obtenu, mise en place de l'étude pilote
Reptiles	<i>Erythrolamprus cursor</i>	Couleuvre couresse	CR		Non prioritaire	--	
	<i>Mabuya mabouya</i>	Scinque mabouya	CR		Non prioritaire	--	
	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles	CR	CR	Prioritaire	Protocole déjà existant	
	<i>Alsophis antillensis</i>	Couleuvre des Antilles		CR	Non prioritaire	--	
	<i>Capitellum mariagalantae</i>	Scinque de Marie-Galante		CR	Non prioritaire	--	
	<i>Erythrolamprus juliae</i>	Couleuvre de Julia		CR	Non prioritaire	--	
	<i>Bothrops lanceolatus</i>	Bothrops fer-de-lance	EN		Non prioritaire	--	
	<i>Alsophis sanctonum</i>	Couleuvre des Saintes		EN	Prioritaire	Protocole déjà existant	
	<i>Mabuya desiderade</i>	Scinque guadeloupéen		EN	Prioritaire	Protocole test prévu (recherche de financement complémentaire pour la Désirade)	Automne 2024 > test du protocole sur le massif du chateau (Terre-de-Haut, les Saintes) et sur la réserve naturelle de Petite Terre (Terre-de-bas) Automne 2025 > si financement complémentaire obtenu, test du protocole sur la Désirade
	<i>Sphaerodactylus phyzacinus</i>	Sphérodactyle des Saintes		EN	Prioritaire	Protocole test prévu	Automne 2025 > test du protocole sur l'archipel des Saintes
	<i>Sphaerodactylus fantasticus</i>	Sphérodactyle bizarre		LC	Prioritaire	Déclinaison du protocole <i>S. phyzacinus</i>	
	<i>Sphaerodactylus festus</i>	Sphérodactyle cocardé	LC		Prioritaire	Déclinaison du protocole <i>S. phyzacinus</i>	
	<i>Sphaerodactylus vincenti</i>	Sphérodactyle de Saint-Vincent	NT		Prioritaire	Déclinaison du protocole <i>S. phyzacinus</i>	
	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Thécadactyle à queue turbinée	NT	LC	Prioritaire	Protocole test prévu (recherche de financement complémentaire pour la Guadeloupe)	Printemps 2025 – Printemps 2026 > test du protocole en Martinique
	<i>Ctenonotus ferreus</i>	Aolis de Marie-Galante		NT	Prioritaire si possible	--	
	<i>Ctenonotus marmoratus</i>	Aolis marbré		LC	Non prioritaire	--	
	<i>Ctenonotus terraaltae</i>	Aolis des Saintes		LC	Non prioritaire	--	
	<i>Dactyloa roquet</i>	Aolis de la Martinique	LC		Non prioritaire	--	
	<i>Tetracheilostoma bilineatum</i>	Leptotyphlops à deux raies	DD		Non prioritaire	--	
	<i>Antillotyphlops guadeloupensis</i>	Typhlops de Guadeloupe		DD	Non prioritaire	--	
	<i>Gymnophthalmus pleii</i>	Gymnophthalme de Plée	LC		Prioritaire si possible	--	

Références

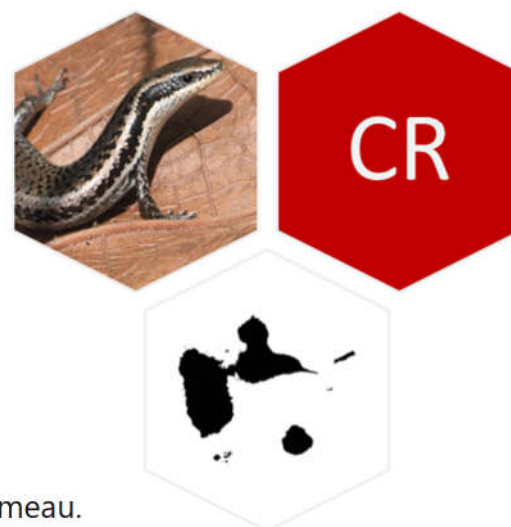
- Angin B (2022). Inventaire de l'herpétofaune terrestre de la Réserve Naturelle Nationale des îles de la Petite Terre. Ardops Environnement. Association Ti'tè, 19p. + annexe.
- Angin B, Questel K, Sculfort O, Courtois EA, Massary J-C, Frétey T & Dewynter M (2024). Les Amphibiens et les Reptiles de la Guadeloupe : identification, répartition et bibliographie. *Herp me!* 9: 1–82.
- Biotope (2018). Recherche d'une population d'*Allobates chalcopis* sur les Pitons du Carbet. Rapport Biotope, 19p.
- Brisbane J, Dewynter M, Questel K, Sculfort O & Angin B (2023). Guide illustré des amphibiens & des reptiles de la Dominique.
- Dewynter M (2018). Atlas des amphibiens et reptiles de Martinique. Biotope Éditions, Mèze.
- Dewynter M, Pineau K & Thonnell A (2011). Le statut d'*Allobates chalcopis*. Rapport Biotope, 34p.
- Dewynter M, Angin B, Questel K, Sculfort O, Courtois EA & Frétey T (2023). Les Amphibiens et les Reptiles de la Martinique : identification, répartition et bibliographie. *Herp me!* 7: 1–70.
- Fouquet A, Pineau K, Rodrigues MT, Mailles J, Schneider J-B, Ernst R & Dewynter M (2013). Endemic or exotic: the phylogenetic position of the Martinique Volcano Frog *Allobates chalcopis* (Anura: Dendrobatidae) sheds light on its origin and challenges current conservation strategies. *Systematics and Biodiversity* 11(1): 87–101.
- Guirguis J., Goodyear LE, Finn C, Johnson JV & Pincheira-Donoso D (2023). Risk of extinction increases towards higher elevations across the world's amphibians. *Global Ecology and Biogeography* 32 (11): 1952–1963.
- Hedges SB & Diaz LM (2011). The conservation status of amphibians in the West Indies, Conservation of Caribbean Island Herpetofaunas Volume 1: Conservation Biology and the Wider Caribbean. Brill. p. 31–47.
- Hoogmoed M (1973). Systematic Part. Notes on the Herpetofauna of Surinam IV: The lizards and amphisbaenians of Surinam pp. 39–388.
- Kaiser H, Coloma LA & Gray HM (1994). A new species of *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae) from Martinique, French Antilles. *Herpetologica* 1994: 23–32.
- Kronauer D, Bergmann P, Mercer J & Russell A (2005). A phylogeographically distinct and deep divergence in the widespread Neotropical turnip-tailed gecko, *Thecadactylus rapicauda*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 34(2): 431–437.
- Schedwill P (2013). Étude de la population de *Mabuya cf. desiradae* (Squamata : Mabuyidae) de Terre de Bas (îles de la Petite Terre, commune de la Désirade, Guadeloupe). Rapport de stage de Master.
- Steinberg DS, Powell SD, Powell R, Parmerlee JS & Henderson RW (2007). Population densities, water-loss rates, and diets of *Sphaerodactylus vincenti* on St. Vincent, West Indies. *Journal of Herpetology* 41(2): 330–336.

Annexes

Annexe 1 : Proposition de test de protocole pour le Scinque guadeloupéen (*Mabuya desiradae*) sur le **massif du Chameau** (Terre-de-Haut, Archipel des Saintes)

Localisation : Massif du Chameau

Période : Saison humide



Étape 1 : Estimation de la probabilité de détection et de la probabilité d'occupation de *M. desiradae* sur le massif du Chameau.

Pour cela, 50 massifs de broméliacées (un des derniers habitats refuges de l'espèce face aux espèces exotiques envahissantes), répartis sur l'ensemble du Chameau, seront sélectionnés. Les massifs seront photographiés afin de voir leur évolution au cours des années. Ces 50 massifs seront ensuite visités 3 fois chacun (soit 150 visites à réaliser). Chaque visite consistera en une observation minutieuse du massif pendant une durée de 10 min par une personne formée à la recherche de l'espèce. Lors de la visite, toutes les observations d'autres espèces (en particulier *A. sanctonum*) devront être renseignées dans Faune-Antilles afin d'améliorer les connaissances sur la répartition des espèces sur le Chameau. Au démarrage de l'étude, 2 hommes-jours seront consacrés au repérage des massifs. La mise en place du protocole proprement dit se fera en saison humide afin de maximiser la probabilité de détection et demandera 14 hommes-jours (7 jours pour 2 experts – soit environ 10 massifs à visiter par personne et par jour).

Étape 2 : Analyse statistique des résultats obtenus. Les données seront utilisées pour :

- (1) affiner la cartographie de l'espèce ;
- (2) estimer la probabilité de détection de l'espèce selon le protocole utilisé ;
- (3) donner une première estimation de la probabilité d'occupation et de l'abondance moyenne de l'espèce sur le massif du Chameau par l'utilisation de modèle de « Site occupancy » (présence-absence) et de « N-mixture » (abondance moyenne). Il s'agira de la première estimation objective de l'état de cette population ;
- (4) proposer un protocole (nombre de massifs à suivre, nombre de passages à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population du Chameau.

Annexe 2 : Proposition de test de protocole pour le Scinque guadeloupéen (*Mabuya desiradae*) sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre



Localisation : Terre-de-Bas sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre

Période : Saison humide

Étape 1 : Deux protocoles complémentaires seront testés sur ce site.

- (1) estimation de la probabilité de détection et de la probabilité d'occupation de *M. desiradae* sur l'ensemble de Terre-de-Bas sur la réserve naturelle des îlets de Petite Terre. Pour cela, 50 transects de 100 m répartis sur l'ensemble de l'île, seront définis. Ces 50 transects seront ensuite visités 3 fois chacun (soit 150 visites à réaliser). Chaque visite consistera en une observation minutieuse des habitats favorables du transect pendant une durée de 10 min par une personne formée à la recherche de l'espèce. La mise en place du protocole proprement dit se fera en saison humide afin de maximiser la probabilité de détection et demandera 7 hommes.jours (7 jours pour 1 expert – soit environ 20 transects à visiter par jour dans les meilleures conditions climatiques possible) ;
- (2) estimation de l'abondance sur le noyau de population du muret « 14 » où sont réalisées la majorité des observations de l'espèce. Un protocole en « N-mixture » (comptage répété) sera testé sur ce site avec au moins 5 passages par bonnes conditions avec comptage du nombre d'individus. Si possible, prise systématique de photographie pour tester la reconnaissance individuelle sur photo.

Étape 2 : Analyse statistique des résultats obtenus. Les données seront ensuite utilisées pour :

- (1) affiner la cartographie de l'espèce ;
- (2) estimer la probabilité de détection de l'espèce selon les deux protocoles utilisés ;
- (3) donner une première estimation de la probabilité d'occupation de l'espèce sur Terre-de-Bas par l'utilisation de modèle de « Site occupancy » (présence-absence) et de l'abondance de l'espèce sur le muret « 14 » par l'utilisation de modèle de N-mixture (comptage répété) voire si possible en utilisant des modèles de CMR par identification individuelle sur photographie. Il s'agira de la première estimation objective de l'état de cette population ;
- (4) proposer un protocole (nombre de transects à suivre, nombre de passages à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population de Terre-de-Bas.

Annexe 3 : Proposition de test de protocole pour le Thécadactyle à queue turbinée (*Thecadactylus rapicauda*)

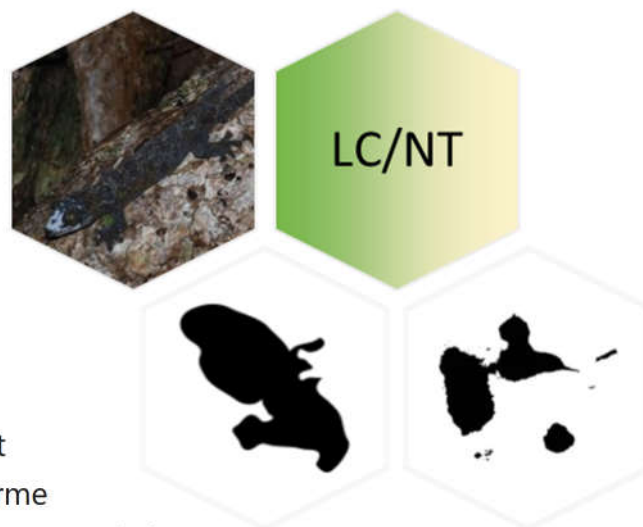
Localisation : Martinique (et potentiellement Guadeloupe)

Objectif : L'objectif de cette étude est de tester et dimensionner un protocole de suivi sur le long terme pour les *Thecadactylus* aff. *rapicauda* de la Martinique et de la Guadeloupe. Ce protocole sera basé sur des méthodes d'analyse en site occupancy (présence/absence) et en N-mixture (comptage répété) qui permettront à terme de suivre la distribution spatiale de l'espèce ainsi que son abondance moyenne. La phase de test du protocole permettra d'obtenir des estimations de la probabilité de détection de l'espèce en utilisant deux techniques différentes (recherche visuelle et utilisation d'abris artificiels) dans différents contextes. À la suite de cette étude pilote, il sera alors possible de dimensionner un protocole de suivi de l'espèce sur les territoires de la Martinique et de la Guadeloupe.

Proposition de protocole : Des abris artificiels ayant été mis en place en 2023 (102 abris répartis sur 6 localités avec entre 15 et 18 abris par localités) en Martinique, nous proposons de réutiliser ces abris pour le test du protocole. Une ou 2 localités dans le même contexte avec un nombre équivalent d'abris (entre 15 et 18) seront également rajoutées en Guadeloupe. Des transects traversant la zone où sont localisés les abris seront également définis au sein de chaque localité pour la détection visuelle. Ils seront ensuite redécoupés en transects de 10 m pour les analyses. Chaque localité sera visitée 3 fois sur une période de 2 semaines maximum à 3 périodes différentes de l'année (soit un total de 9 visites sur chaque localité). Chaque visite sera constituée par :

- un passage de jour où les abris seront ouverts et le nombre de geckos de chaque espèce sera noté dans chaque abri ;
- un passage de nuit sur le transect de 50 m avec détection visuelle et géolocalisation de toutes les espèces de geckos.

Les données générées seront analysées avec des méthodes de « Site occupancy » (présence absence) et de « N-mixture » (comptages répétés) en comparant les données récoltées dans les abris et hors des abris.



Annexe 4 : Proposition de test de protocole pour le Sphérodactyle des Saintes (*Sphaerodactylus phyzacinus*)



Localisation : Archipel des Saintes – Terre-de-Haut, Terre-de-Bas, Grand-Îlet, et îlet à Cabris

Période : Entre août et décembre (saison humide)

Protocoles :

Protocole pour Grand-Îlet : protocole d'estimation de densité par comptage exhaustif sur des quadrats. Un total de 50 quadrats de 1 m * 1 m sera défini sur Grand-Îlet, disposés aléatoirement et stratifiés par habitat. Un comptage exhaustif des geckos présents sur ces quadrats sera réalisé en mettant en place une enceinte infranchissable puis en retirant la litière et les abris présents. Le nombre de *S. phyzacinus* détectés sera rapporté à l'aire prospecté (1 m²) pour une estimation de la densité. Cette phase permettra de :

- donner une première estimation de la densité de l'espèce sur Grand-Îlet. Celle-ci représentera la première estimation objective de l'état de cette population ;
- affiner le protocole proposé (nombre de quadrats nécessaire, nombre de passages à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population de *S. phyzacinus* de Grand-Îlet.

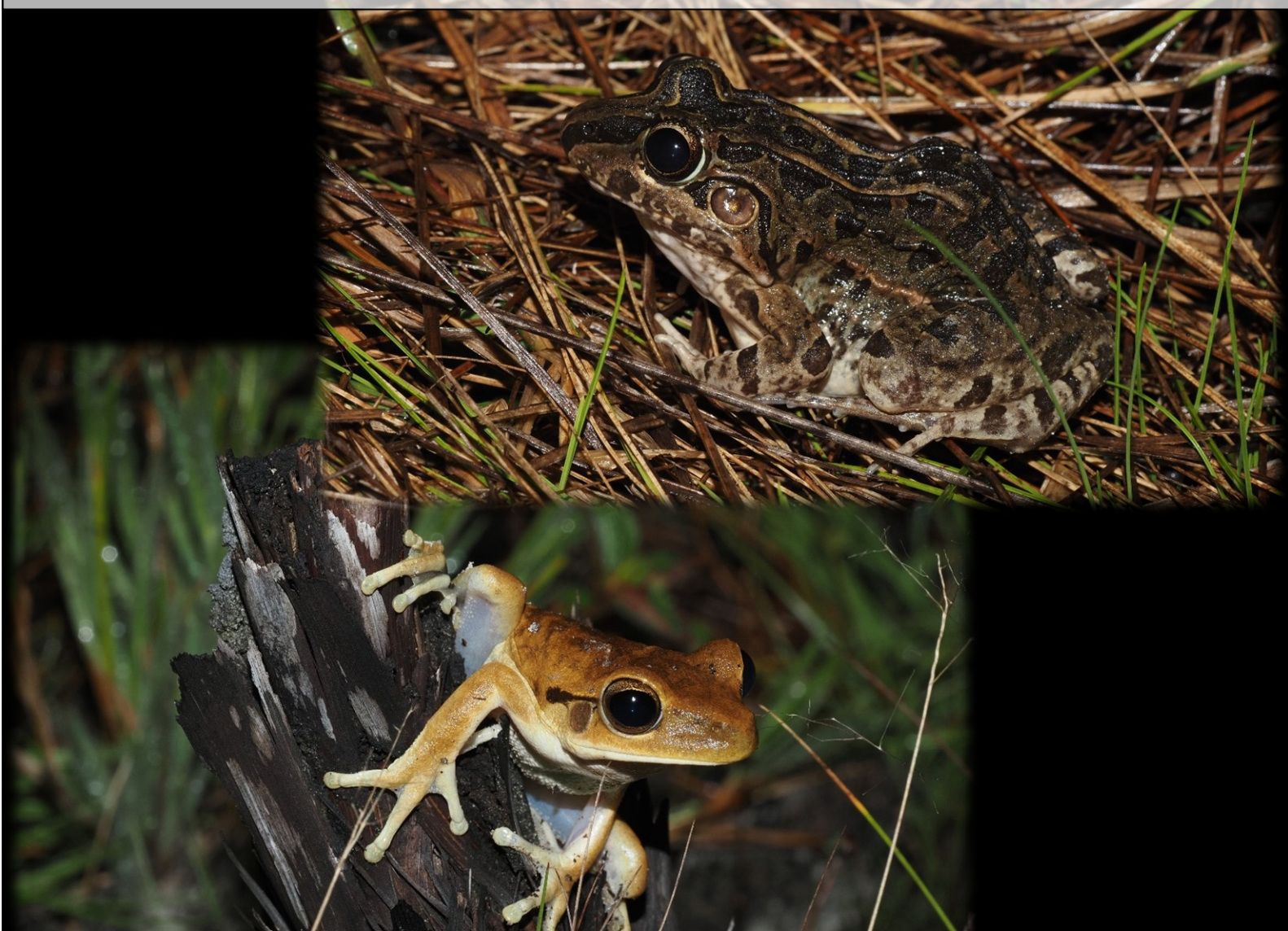
Protocole pour les autres îles et îlets : amélioration des connaissances sur la répartition de l'espèce et test de l'utilisation d'abris artificiels. Les connaissances sur la répartition de l'espèce sur ces autres zones ne sont pas suffisantes pour dimensionner de manière fiable un protocole de suivi sur le long terme. Une phase de prospection ciblée est donc nécessaire. Cette prospection devra se réaliser de la manière suivante :

- (1) réalisation d'un maillage de 250 * 250 m ;
- (2) au sein de chaque maille, réalisation d'une prospection de 30 minutes, ciblée sur la détection de l'espèce avec un focus particulier sur le retournage d'abris potentiel (souches, pierres, etc...) ;
- (3) en parallèle, le test de l'utilisation d'abris artificiels initié par l'OFB devra être poursuivi et adapté avec (1) l'utilisation d'abris mieux adaptés (isolants), (2) un positionnement des abris plutôt dans les zones ombragées. Cette phase de test devra permettre :
 - a. le choix d'un matériau pour ces abris ;
 - b. le nombre d'abris à disposer pour améliorer significativement la probabilité de détection de l'espèce ;
 - c. le nombre de répétitions et le nombre de passages nécessaires pour implémenter un suivi sur le long terme.

Annexe III : « Test protocole de suivi communautés d'amphibiens littoraux »



Test protocole de suivi
"communautés d'amphibiens littoraux"



Titre : Test protocole de suivi "communautés d'amphibiens littoraux"

Client : ONF

Interlocuteur : Sophie Mear

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions Sophie Mear pour l'organisation et la coordination du terrain et Thibaut Ferrieux, Romane Ibanez, Quentin Hazard et Florent Delamare pour la prise de données sur le terrain.

Référence à utiliser : **Courtois E.A., 2026** – Test protocole de suivi "communautés d'amphibiens littoraux". Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 12 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux.....	3
Contexte.....	4
Test du protocole.....	6
Site et échantillonnage	6
Récolte des données.....	6
Résultats.....	8
Habitat de savane sèche	8
Habitats particuliers en bordure de savanes	8
Comptages <i>L. macrosternum</i>	9
Conclusion et propositions de protocoles.....	11
Protocole "communautés d'amphibiens littoraux"	11
Protocole spécifique <i>L. macrosternum</i>	11

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 - Regroupement des espèces dans les différentes catégories.	5
Figure 2 - Sites de suivi utilisés dans cette étude	6
Figure 3 - Probabilité de détection (en orange en haut) et d'occupation (en bleu en bas) pour l'habitat B (habitats particuliers) pour les espèces pour lesquelles l'analyse était possible.	9
Figure 4 - Différents individus adultes de <i>L. macrosternum</i> identifiés sur le site lors du suivi.	10

Tableau 1 - Nombre de données par espèce et par habitat. Les espèces protégées sont indiquées par un astérisque (*) et les espèces retenues pour l'analyse sont indiquées en gras.7

Contexte

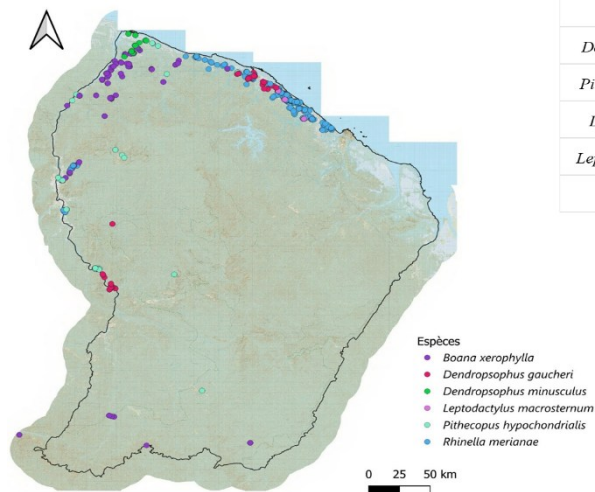
Les **habitats littoraux** de Guyane Française représentent des habitats particuliers qui concentrent de nombreux enjeux de biodiversité sur le territoire. Plus de 40% des **savanes sèches littorales** ont disparues depuis les années 1950 et 40% de la surface restante est menacée à plus ou moins long terme. Les **savanes humides et marais littoraux** sont également menacés par le comblement des zones humides et dans une moindre mesure par l'élévation du niveau de la mer. Un certain nombre d'espèces d'amphibiens sont inféodées à ces habitats littoraux, que ce soit au niveau des savanes sèches de l'Ouest (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**) ou des habitats humides de l'Est (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**). Ce sont pour la majorité des espèces en **limite d'aire de répartition** qui sont réparties plus largement dans les pays avoisinants. Elles sont considérées comme non menacées à l'échelle mondiale mais considérées **en danger d'extinction (EN sur la liste rouge régionale) ou DD (Données manquantes)** en Guyane. Elles peuvent être associées à un certain nombre d'espèces plus communes et que l'on retrouve plus largement réparties sur la bande littorales (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**). Bien que ces espèces soient pour la plupart considérées en déclin sur le territoire, du fait notamment de la destruction de leurs habitats, aucune donnée chiffrée n'est actuellement disponible pour **estimer la tendance des populations de ces espèces.**

Rappel : Protocole POP Amphibien communauté

Ce protocole, utilisé sur la France métropolitaine est basé sur des notions de zone géographique appelée "aire" sur lesquels doivent être défini au minimum 3 sites aquatiques proches favorables à la reproduction des amphibiens. Tous les 2 ans, trois passages doivent être réalisés pendant la période de reproduction des espèces cibles (en janvier-février, mars-avril et mai-juin). Lors de ces passages, toutes les espèces détectées visuellement, au chant ou par méthode de capture (épauettes) doivent être notées. Le contexte des espèces littorales de la Guyane est celui qui peut le plus se rapprocher de ce contexte métropolitain.

L'objectif de la présente étude est de réfléchir et tester l'élaboration d'un **protocole de suivi basé sur des méthodes de présence/absence (site occupancy)** et dérivé du protocole POP amphibien déployé sur la France métropolitaine. En parallèle, un test a été réalisé pour un protocole spécifique adapté à *Leptodactylus macrosternum* et basé sur des comptages répétés.

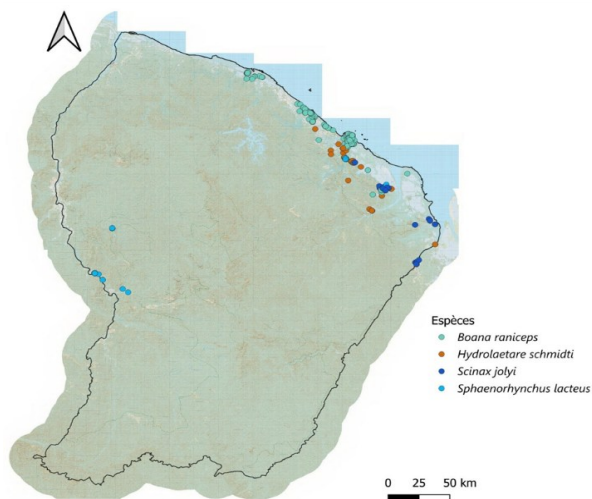
Littoral « Ouest »



Nom Latin 2023	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Boana xerophylla</i>	Article 4	DD
<i>Dendropsophus minusculus</i>	Article 2	DD
<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Article 2	DD
<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Article 2	EN
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Article 2	EN
<i>Rhinella merianae</i>	Article 2	EN



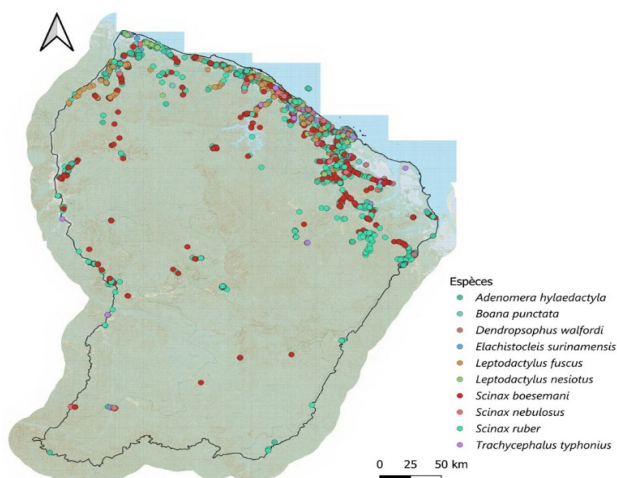
Littoral « Est »



Nom Latin 2023	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Boana raniceps</i>	Article 2	EN
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Article 2	EN
<i>Hydrolaetare schmidtii</i>	Article 2	NT
<i>Pseudis paradoxa</i>	Article 3	NT
<i>Scinax jolyi</i>	Article 2	NT



Littoral « ubiquiste »



Nom Latin 2023	Statut de protection	Statut UICN France
<i>Scinax x-signatus</i>	Article 4	DD
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Article 4	LC
<i>Boana punctata</i>	Article 4	LC
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Article 4	LC
<i>Leptodactylus nesiotes</i>	Article 4	LC
<i>Scinax boesemani</i>	Article 4	LC
<i>Scinax nebulosus</i>	Article 4	LC
<i>Scinax ruber</i>	Article 4	LC
<i>Dendropsophus walfordii</i>	Article 4	NT
<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Article 3	NT



Figure 1 - Regroupement des espèces dans les différentes catégories.

Test du protocole

Site et échantillonnage

Ce protocole a été testé en collaboration avec l'ONF Guyane sur le site de la future ORE du Centre Spatial Guyanais. Sur ce site, deux habitats principaux ont été échantillonnés : un **habitat typique de savane sèche** et un **habitat incluant des 'habitats particuliers' plutôt situés en bordure de savanes** (proximité de points d'eau temporaires ou permanent notamment). Au total, **18 sites** (9 sites dans chaque type d'habitats) ont ainsi été définis pour étudier la faisabilité d'un protocole de suivi en présence/absence (site occupancy)(Figure 2). En parallèle, **deux trajets de comptage** ont été définis pour étudier la faisabilité d'un protocole quantitatif en comptages répétés (N-mixture) spécifique pour l'espèce *Leptodactylus macrosternum* (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**).

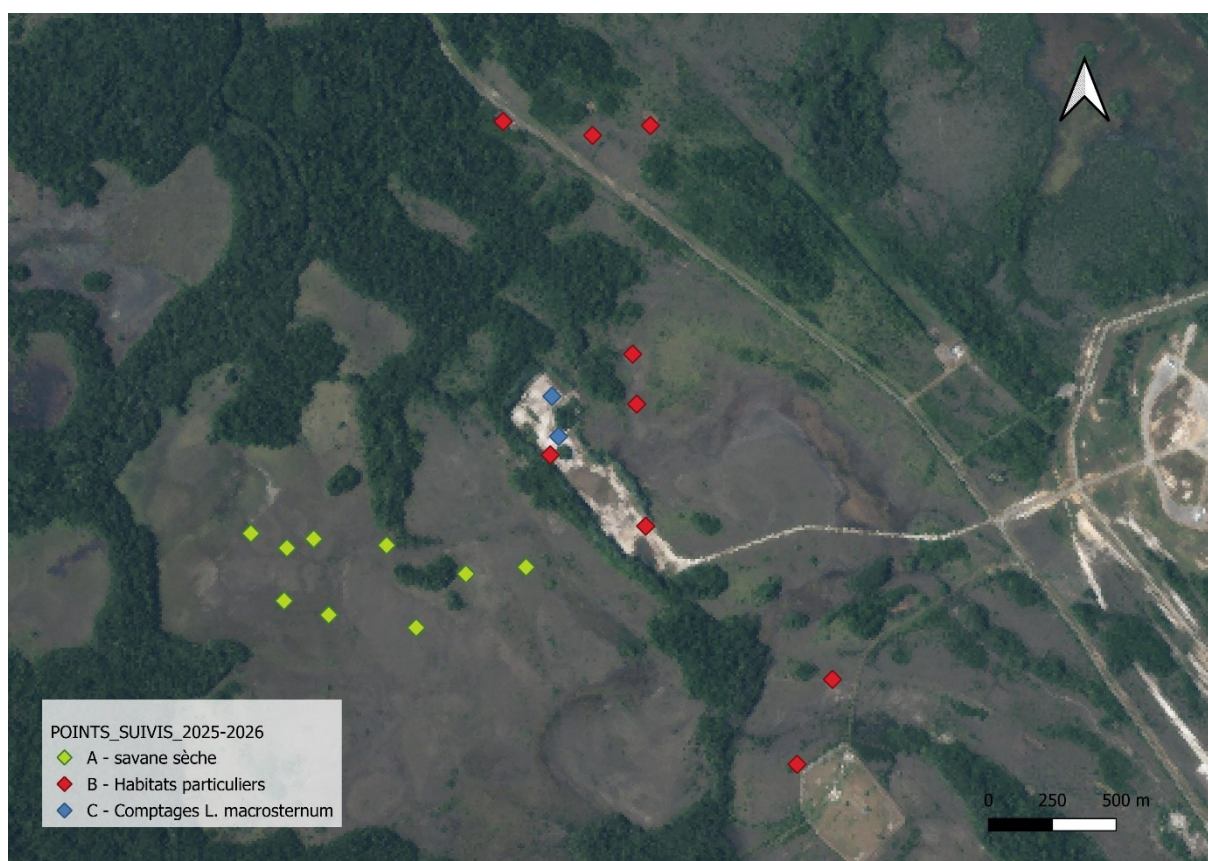


Figure 2 - Sites de suivi utilisés dans cette étude

Récolte des données

Les données ont été récoltées lors de **deux sessions de terrain** du **17 au 19 décembre 2025** (3 soirs correspondant au début de la saison des pluies) et du **25 au 27 février 2026** (3

soirs correspondant à une saison des pluies bien installée). En fonction des habitats et des protocoles, plusieurs méthodologies ont été utilisées :

- (1) Habitat de savane sèche : 1 passage en décembre 2025 et 1 passage en février 2026 (soit 2 passages au total). Chaque passage correspondant à un point d'écoute et une recherche visuelle pendant 5 à 10 minutes.
- (2) Habitats particuliers en bordure de savane sèche : 3 passages en décembre 2025 et 3 passages en février 2026 (soit 6 passages au total). Chaque passage correspondant à un point d'écoute et une recherche visuelle pendant 5 à 10 minutes.
- (3) Trajets de comptages spécifiques pour *L. macrosternum* : 3 comptages en décembre 2025 et 3 comptages en février 2026 (soit 6 comptages au total). Chaque comptage consistait en un dénombrement exhaustif de tous les individus de l'espèce détectés le long d'un trajet défini.

Tableau 1 - Nombre de données par espèce et par habitat. Les espèces protégées sont indiquées par un astérisque (*) et les espèces retenues pour l'analyse sont indiquées en gras.

Espèce	Habitat 'savane'	Habitats particuliers	Trajet comptage <i>L. macrosternum</i>	Données opportunistes	Total
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	9	14		3	26
<i>Boana boans</i>		3			3
<i>Boana multifasciata</i>	1			1	2
<i>Boana punctata</i>		2			2
<i>Boana raniceps</i> *	1	2		2	5
<i>Dendropsophus minutus</i>		8		3	11
<i>Dendropsophus walfordi</i>		1			1
<i>Elachistocleis surinamensis</i> *		2		8	10
<i>Leptodactylus fuscus</i>	19	52		42	113
<i>Leptodactylus knudseni</i>	5	8		6	19
<i>Leptodactylus macrosternum</i> *		28	79	13	120
<i>Leptodactylus mystaceus</i>		4			4
<i>Leptodactylus nesiotes</i>		2			2
<i>Pseudis paradoxa</i> *		2			2
<i>Rhinella margaritifera</i>				1	1
<i>Rhinella marina</i>	5	22		46	73
<i>Rhinella merianae</i> *		12		31	43
<i>Scinax boesemani</i>		7		6	13
<i>Scinax ruber</i>	1	32		18	51
<i>Trachycephalus typhonius</i>				1	1
Total général	42	201	54	181	502

Lors des phases de déplacements, l'ensemble des données opportunistes de toutes les espèces ont été notées. Au total, plus de **500 données de présence d'amphibiens** (détection auditive ou visuelle) appartenant à **20 espèces différentes** ont été récoltées (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Résultats

Habitat de savane sèche

Dans cet habitat, qui est pourtant l'habitat original de plusieurs des espèces cibles, seules deux espèces y sont actives et facilement détectable (probabilité de détection proche de 1) en audio : *Adenomera hylaedactyla* et *Leptodactylus fuscus*. Pour cet habitat, un seul passage à chaque époque (début, milieu et fin de saison des pluies) est suffisant pour détecter ces 2 espèces. Les autres détections d'espèces sont extrêmement aléatoires et peu informatives.

Habitats particuliers en bordure de savanes

C'est dans ces habitats que l'on détecte le mieux à la fois les espèces caractéristiques de savanes mais également les autres espèces plus ubiquistes associées. En retirant les espèces associées aux cordons forestiers présents à proximité de la zone (*B. boans*, *B. multifasciata*, *L. knudseni* et *R. margaritifera*), on retrouve :

- ➔ Deux espèces caractéristiques des savanes sèches (*Leptodactylus macrosternum* et *Rhinella merianae*)
- ➔ Deux espèces caractéristiques de savanes humides et marais côtiers (*Boana raniceps* et *Pseudis paradoxa*)
- ➔ Dix espèces ubiquistes associées (*Adenomera hylaedactyla*, *Boana punctata*, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus walfordi*, *Elachistocleis surinamensis*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus nesiotus*, *Rhinella marina*, *Scinax boesemani*, *Scinax ruber*)

Toutes ces espèces ont été détectées au moins une fois sur les six passages sur au moins un des sites de suivi. Pour les espèces les plus communément rencontrées, nous avons estimé les probabilités de détection et d'occupation sur ces habitats particuliers (Figure 3 - Probabilité de

détection (en orange en haut) et d'occupation (en bleu en bas) pour l'habitat B (habitats particuliers) pour les espèces pour lesquelles l'analyse était possible.). Toutes les espèces possèdent une probabilité de détection relativement bonne (Figure 3 - Probabilité de détection (en orange en haut) et d'occupation (en bleu en bas) pour l'habitat B (habitats particuliers) pour les espèces pour lesquelles l'analyse était possible.).

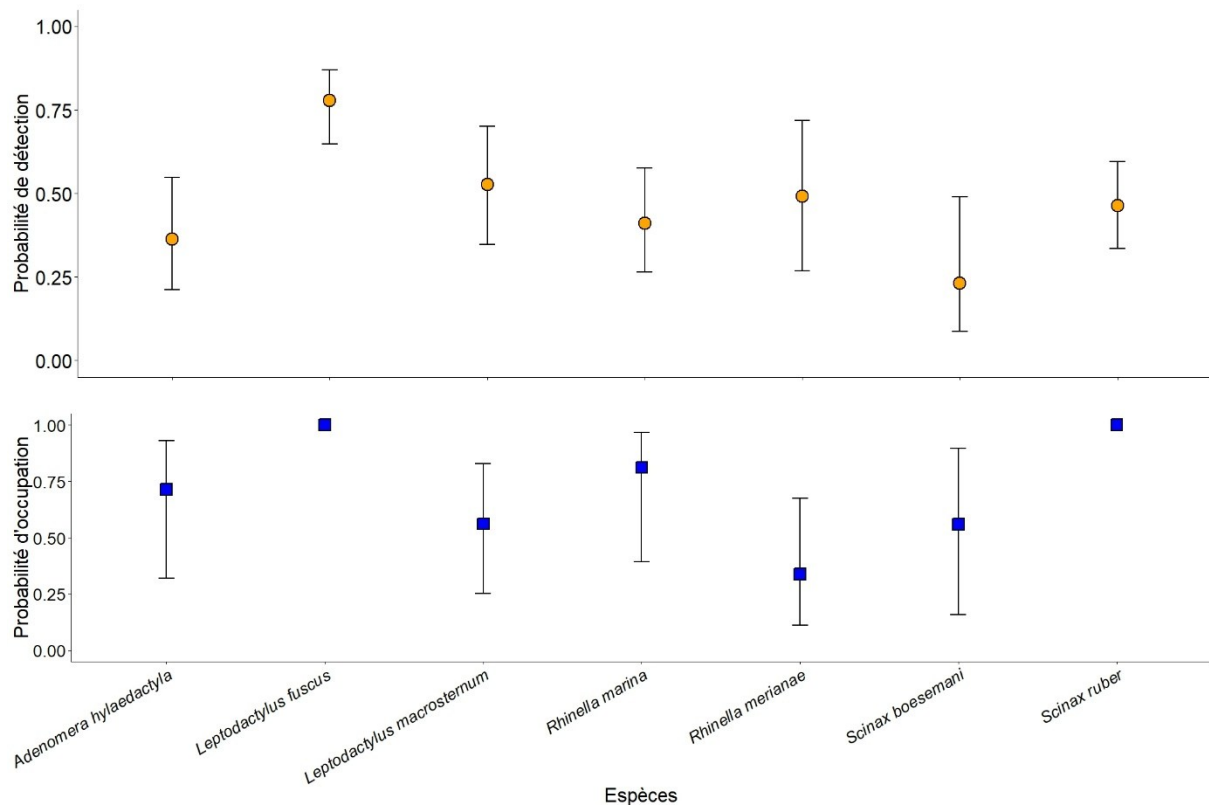


Figure 3 - Probabilité de détection (en orange en haut) et d'occupation (en bleu en bas) pour l'habitat B (habitats particuliers) pour les espèces pour lesquelles l'analyse était possible.

Comptages *L. macrosternum*

Sur les 2 trajets de comptage dédiés à l'espèce *L. macrosternum*, le nombre d'individus compté varie entre 0 et 16 individus. Au total, 79 contacts d'individus adultes ont été réalisés. Un modèle de comptage répété très simple avec seulement 2 sites (2 trajets de comptage) et 6 passages (3 passages en décembre et 3 passages en février) estime une probabilité de détection individuelle autour de 0.09 [IC95% 0.02-0.36] et une abondance moyenne de 22.7 individus [IC95% 19-26] sur une surface d'environ 0.5Ha. Cette première estimation est très imprécise et nécessite d'être confirmée par des répliques spatiales et temporelles mais montre que

ce protocole par comptage répété pourrait être mis en place pour cette espèce. Ce protocole nécessiterait d'être déployé à plus large échelle sur l'ensemble des populations connues dans le CSG mais également sur les autres populations¹. La longueur et la dimension des trajets devraient être standardisées, voire transformée en quadrats de recherche délimités sur le terrain. Par ailleurs, contrairement aux résultats précédemment obtenus sur l'espèce¹, nous avons détectés à chaque passage, notamment en début de saison, un nombre important d'adultes, la plupart facilement photographiables sans manipulations (Figure 4 - Différents individus adultes de *L. macrosternum* identifiés sur le site lors du suivi.). Pour le noyau de



Figure 4 - Différents individus adultes de L. macrosternum identifiés sur le site lors du suivi.

population de la carrière Luna, une estimation de la taille de population par Capture-Marquage-Recapture en réalisant des sessions de terrain rapprochées, en début de saison des pluies et sur une petite unité géographique, pourrait être envisagées.

¹ CERATO - Association herpétologique de Guyane, 2024. Rapport d'étude du "Plan de recherche et de gestion du Leptodactyle ocellé sur le Centre Spatial Guyanais" (2019-2024).

Conclusion et propositions de protocoles

Protocole "communautés d'amphibiens littoraux"

Cette première étude test a permis d'obtenir des informations importantes pour le dimensionnement d'un protocole de suivi des communautés d'amphibiens littoraux. Ce protocole, sur le modèle du POP amphibien communautés déployés en métropole, pourrait se décliner de la manière suivante :

- Choix d'une unité géographique (exemple dans l'étude actuelle – site de la carrière Luna) ;
- Choix d'au moins 3 sites de suivi correspondant à des habitats particuliers sur cette unité géographique (point d'eau, bordure de savane, bordure de marais, fossé de bord de route, piste avec ornières, ...) dont les caractéristiques devront être notées ;
- Trois passages à réaliser en début (décembre-janvier), milieu (février-mars) et fin (mai-juin) de saison des pluies, en favorisant des conditions humides ;
- Un passage correspond à une prospection nocturne du site avec relevé visuel et audio de toutes les espèces détectées.

Pour que ce protocole puisse donner des informations au niveau régional, un certain nombre d'unités géographiques, réparties sur l'ensemble du littoral Guyanais devraient être mises en place et suivies dans l'idéal tous les ans (possibilité de passer à une fréquence tous les 2 ans au bout de quelques années). Il est important de noter que ce protocole pourrait permettre de dégager des tendances à une échelle régionale mais ne serait pas pertinent pour un suivi à l'échelle locale (à l'échelle de l'ORE par exemple). Dans ce cas, un nombre plus important de site (au minimum 30) pourrait être défini sur la zone et suivies avec le même protocole (3 visites par an en début, milieu et fin de saison des pluies) pour obtenir des tendances à une échelle plus locale.

Protocole spécifique *L. macrosternum*

Cette espèce à fort enjeu pourrait bénéficier d'un protocole spécifique basé sur des comptages répétés réalisés en début de saison des pluies. Dans ce cas :

- Des unités surfaciques d'environ 0.5 Ha (par exemple un quadrat de 250 m * 200 m) devraient être matérialisées sur le terrain.
- En début de saison des pluies (décembre- janvier), au moins 5 sessions de comptage devraient être réalisées en se plaçant au maximum dans des conditions favorables (humides).
- Une session de comptage devrait être calibrée (par exemple 15 minutes de recherche à 2 personnes)
- Le nombre d'unités surfacique devrait être échantillonnée afin d'être représentative de la population étudiée.

Lors de la mise en place de ce protocole, un nouveau test de photo-identification pourrait être réalisé afin de tester à nouveau une estimation de taille de population par capture-marquage-recapture.

Annexe IV. « Livrable L51.1 Rapport technique des analyses et résultats [2024] »

L5.1. RAPPORT TECHNIQUE DES ANALYSES ET RÉSULTATS [2024]

Version 1, livrable
Guyane/Antilles

Mars 2025

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41
57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

c/o Isabelle Chauvin
2014 Route de Roquefort
32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org

SIRET 442 242 079 00022



Sommaire

Synthèse des protocoles validés	3
Tableau I : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces d' amphibiens prioritaires de Guyane	4
Tableau II : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces de reptiles prioritaires de Guyane	6
Tableau III : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces d' amphibiens prioritaires des Antilles	6
Tableau IV : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces de reptiles prioritaires des Antilles	7
Annexes : rapports d'analyses	8
Annexe I. Nouveau protocole ! <i>Anomaloglossus blanci</i> : « Phénologie de l'activité de chant d' <i>Anomaloglossus blanci</i> (amphibien) par l'utilisation de la bioacoustique pour l'amélioration des connaissances sur une espèce endémique en danger »	8
Annexe II. Protocole validé ! : « Analyse des protocoles existants - Version 1, livrable Suivi Amphibiens diurnes forestiers »	30
Annexe III. Protocole validé ! : « Analyse des protocoles existants - Version 1, livrable <i>Pristimantis espedeus</i> »	70
Annexe IV. Nouveau protocole ! : « Test d'un protocole de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (<i>Podocnemis unifilis</i>) »	81
Annexe V. Nouveau protocole ! : « Étude du Caïman à lunette (<i>Caiman crocodilus</i>) sur la réserve des Pripris de Yiyi : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme »	90
Annexe VI. Nouveau protocole ! « Étude du Caïman à lunette (<i>Caiman crocodilus</i>) et du Caïman noir (<i>Melanosuchus niger</i>) sur la réserve des Marais de Kaw-Roura : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme »	105
Annexe VII. Nouveau protocole ! « Implémentation d'un suivi long terme de la Couresse des Saintes (<i>Alsophis sanctonum</i>) »	122
Annexe VIII. Nouveau protocole ! « Calibration et mise en œuvre d'un protocole de suivi de la population d'Iguane des Petites Antilles par comptage répété sur l'île de la Désirade »	138
Annexe IX. Nouveau protocole ! « Étude du scinque de Guadeloupe (<i>Mabuya desiradae</i>) sur l'archipel des saintes : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme de la population du chameau et prospections complémentaires »	164

Annexe X. Nouveau protocole ! « Étude du scinque de Guadeloupe (<i>Mabuya desiradae</i>) sur la Réserve naturelle des Îlets de Petit Terre : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme ».....	188
Annexe XI. Test d'un protocole de suivi pour le gecko <i>Thecadactylus aff. rapicauda</i> aux Antilles »	203

Rédaction et relecture :

Société Herpétologique de France	Audrey Trochet
ENIA	Elodie Courtois

Synthèse des protocoles validés

En Guyane et aux Antilles, plusieurs protocoles de suivi de l'herpétofaune ont été mis en œuvre sur certains sites depuis quelques années. Après la récolte des bases de données de multiples structures associées, une analyse statistique poussée a permis de valider statistiquement (ou non) les protocoles précédemment développés, afin de mener à bien la surveillance des espèces ciblées.

Par ailleurs, sur ces deux territoires, de nouveaux protocoles ont également été développés sur les espèces prioritaires, puis testés, afin d'être validés statistiquement.

Les [TABLEAUX I à IV](#) listent les protocoles validés pour les espèces d'amphibiens et de reptiles en Guyane et aux Antilles. Les rapports d'analyses statistiques utilisées, ainsi que les tests réalisés pour valider chaque protocole sont mentionnés en [ANNEXES](#).

En suivant, des *fiches protocoles* basées selon le modèle des protocoles [POPAmphibien](#) et [POPReptile](#) déployés sur l'hexagone et la Corse seront rédigées par la SHF, accompagnées de module de saisie des données sous l'outil GeoNature. Ces supports seront prochainement diffusés sur le site de la SHF ainsi que sur les sites des structures associées localement.

Tableau I : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces d'amphibiens prioritaires de Guyane

Nom du protocole	Espèces cibles	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole validé	Priorité de déploiement	Partenaires	Données disponibles	Co-financement	Annexe
POPAmphibien Spécifique <i>Anomaloglossus blanci</i>	<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc	EN	Oui ☒	1	RNR Trésor, RNN Kaw, Molokoi/ONF	2024-2025	DGTM Guyane	X
POPAmphibien Spécifique <i>Atelopus flavescens</i>	<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	LC	Oui ☒	1	RN Mont Grand Matoury	2013-2024		X
POPAmphibien Spécifique <i>Dendrobates tinctorius</i>	<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer	LC	Oui ☒	1	RN Nouragues Inselberg, RN Nouragues Pararé, RNR Trésor	2013-2025		X
POPAmphibien Communauté diurnes	<i>Allobates femoralis</i>	Allobate fémoral	LC	Oui ☒	1	RN Nouragues Inselberg, RN Nouragues Pararé, RNR Trésor	2013-2025		X
	<i>Allobates granti</i>	Allobate à flancs noirs	LC						
	<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobate cliquetant	LC						
	<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	Anomaloglosse des Guyanes	LC						
	<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	LC						
	<i>Dendrobates tinctorius</i>	Dendrobate à tapirer	LC						
	<i>Rhinella castaneotica</i>	Crapaud feuille	LC						
	<i>Rhinella lescurei</i>	Crapaud de Lescure	LC						
	<i>Rhinella margaritifera</i>	Crapaud perlé	LC						
POPAmphibien Spécifique <i>Pristimantis espedeus</i>	<i>Pristimantis espedeus</i>	Hylode des brumes	EN	Oui ☒	2		Non		X
POPAmphibien Communauté de Crique	<i>Anomaloglossus blanci</i>	Anomaloglosse de Blanc	EN	Non (en test)	-	RNR Trésor, RBD Savane virginie	Non		X
	<i>Anomaloglossus surinamensis</i>	Anomaloglosse du Suriname	LC	Non (en test)					
	<i>Atelopus flavescens</i>	Atélope de Guyane	LC	Non (en test)					
	<i>Cochranella geijskesi</i>	Centrolène splendide	DD	Non (en test)					
	<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolène ponctuée	LC	Non (en test)					
	<i>Hyalinobatrachium kawense</i>	Centrolène de Kaw	DD	Non (en test)					
	<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolène siffleuse	LC	Non (en test)					
	<i>Hyalinobatrachium tricolor</i>	Centrolène tricolore	DD	Non (en test)					
	<i>Osteocephalus cabrerai</i>	Ostéocéphale lichen	DD	Non (en test)					
	<i>Otophryne pyburni</i>	Otophryne hurlante	LC	Non (en test)					
	<i>Vitreorana ritae</i>	Centrolène des Oyampis	LC	Non (en test)					
POPAmphibien Communauté de Savanes	<i>Leptodactylus longirostris</i>	Leptodactyle à museau long	LC	Non	-		Non		X
	<i>Leptodactylus myersi</i>	Leptodactyle de Myers	LC	Non					
POPAmphibien Communauté Littoral "Ouest"	<i>Boana xerophylla</i>	Rainette crépitante	DD	Non	-		Non		X
	<i>Dendropsophus gaucheri</i>	Rainette de Gaucher	EN	Non					
	<i>Dendropsophus minusculus</i>	Rainette minuscule	DD	Non					
	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactyle ocellé	EN	Non					
	<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phylloméduse à lèvres blanches	DD	Non					
	<i>Rhinella merianae</i>	Crapaud granuleux	EN	Non					

Tableau I : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces d'amphibiens prioritaires de **Guyane** (suite)

Nom du protocole	Espèces cibles	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole validé	Priorité de déploiement	Partenaires	Données disponibles	Co-financement	Annexe
POPAmphibien Communauté Littoral "Est"	<i>Boana raniceps</i>	Rainette des pripis	EN	Non	-		Non		X
	<i>Hydrolaetare schmidtii</i>	Hydrolétaire de Schmidt	NT	Non					
	<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale	NT	Non					
	<i>Scinax jolyi</i>	Scinax de Joly	NT	Non					
	<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Sphénorhynque lacté	EN	Non					
POPAmphibien Communauté Littoral "Ubiquiste"	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Adénomère des herbes	LC	Non	-		Non		X
	<i>Boana punctata</i>	Rainette ponctuée	LC	Non					
	<i>Dendropsophus walfordi</i>	Rainette naine	NT	Non					
	<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Elachistocle du Suriname	NT	Non					
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactyle galonné	LC	Non					
	<i>Leptodactylus nesiotes</i>	Leptodactyle de Trinidad	LC	Non					
	<i>Scinax boesemani</i>	Scinax de Boeseman	LC	Non					
	<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax des savanes	LC	Non					
	<i>Scinax ruber</i>	Scinax des maisons	LC	Non					
	<i>Scinax x-signatus</i>	Scinax variable	DD	Non					
POPAmphibien mares temporaires	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Trachycéphale réticulée	LC	Non	-		Non	En attente	X
	<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophryne arlequin	LC	Non (en test)					
	<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phylloméduse tigrine	LC	Non (en test)					
	<i>Ceratophrys cornuta</i>	Ceratophrys cornu	LC	Non (en test)					
	<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Chiasmocle minuscule	LC	Non (en test)					
	<i>Chiasmocleis shudikarensis</i>	Chiasmocle de Shudikar	LC	Non (en test)					
	<i>Dendropsophus counani</i>	Rainette de Counani	LC	Non (en test)					
	<i>Dendropsophus leali</i>	Rainette à oeil rouge	DD	Non (en test)					
	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Rainette à bandeau	LC	Non (en test)					
	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Rainette frangée	LC	Non (en test)					
	<i>Dendropsophus minutus</i>	Rainette menue	LC	Non (en test)					
	<i>Hamptophryne boliviana</i>	Hamptophryne de Guyane	LC	Non (en test)					
	<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactyle de Knudsen	LC	Non (en test)					
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactyle à lèvres blanches	LC	Non (en test)					
	<i>Osteocephalus lepieurii</i>	Ostéocéphale de Leprieur	LC	Non (en test)					
	<i>Osteocephalus taurinus</i>	Ostéocéphale taurin	LC	Non (en test)					
	<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phylloméduse bicolore	LC	Non (en test)					
	<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phylloméduse carénée	LC	Non (en test)					
	<i>Pipa pipa</i>	Pipa américaine	LC	Non (en test)					
	<i>Scinax proboscideus</i>	Scinax proboscidien	LC	Non (en test)					
	<i>Scinax sp. 1</i>	Scinax jaune de forêt	Non évalué	Non (en test)					
	<i>Scinax sp. 2</i>	Scinax à oeil rouge	Non évalué	Non (en test)					
	<i>Scinax sp. 3</i>	Scinax à taches orange	Non évalué	Non (en test)					
	<i>Trachycephalus coriaceus</i>	Trachycéphale coriace	LC	Non (en test)					

Tableau II : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces de reptiles prioritaires de Guyane

Nom du protocole	Espèce.s cible.s	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Guyane	Protocole validé	Priorité de déploiement	Partenaires	Données disponibles	Co-financement	Annexe
POPReptile Spécifique <i>Podocnemis unifilis</i>	<i>Podocnemis unifilis</i>	Podocnémide de Cayenne	VU	Oui ☒	1	PAG, RNN Kaw, Association Kwata	2024	PAG, RNN Kaw, Association Kwata (terrain)	X
POPReptile Spécifique Caiman des Pripris de Yiyi	<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunettes	LC	Oui ☒	1	Pripris de Yiyi	2024	Sepanguy (terrain)	X
POPReptile Spécifique Caimans de Kaw	<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunettes	LC	Oui ☒	2	RNN Kaw	2024	RNN Kaw (terrain)	X
	<i>Melanosuchus niger</i>	Caïman noir	NT						

Tableau III : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces d'amphibiens prioritaires des Antilles

Nom du protocole	Espèce.s cible.s	Nom vernaculaire	Catégorie Liste rouge Martinique	Catégorie Liste rouge Guadeloupe	Protocole validé	Priorité de déploiement	Partenaires	Données disponibles	Co-financement	Annexe
POPAmphibien Communauté des Antilles	<i>Allobates chalcopis</i>	Allobate de la Martinique	CR		Non	-	OFB Antilles, DEAL Martinique	NON		X
	<i>Eleutherodactylus pinchoni</i>	Éleuthérodactyle de Pinchon		VU						
	<i>Eleutherodactylus martinicensis</i>	Éleuthérodactyle de Martinique	NT	NT						

Tableau IV : Liste des protocoles validés, en cours de validation ou non validés pour le suivis des espèces de reptiles prioritaires des Antilles

Nom du protocole	Espèce.s cible.s	Nom vernaculaire	Liste rouge Martinique	Liste rouge Guadeloupe	Protocole validé	Priorité de déploiement	Partenaires	Données disponibles	Co-financement	Annexe
Protocole POPReptile Spécifique <i>Alsophis sanctonum</i>	<i>Alsophis sanctonum</i>	Couleuvre des Saintes		EN	Oui ☑	1	OFB Antilles	2024	OFB Antilles	X
Protocole POPReptile Spécifique <i>Iguana delicatissima</i> Distance sampling et comptages répétés	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles	CR	CR	Oui ☑	1	PNA IPA	2024-2025	ONF (PNA IPA)	X
Protocole POPReptile Spécifique <i>Mabuya desiderae</i> Massif du Château	<i>Mabuya desiderae</i>	Scinque guadeloupéen		EN	Oui ☑	2	OFB Antilles	2024	DEAL Guadeloupe	X
Protocole POPReptile Spécifique <i>Mabuya desiderae</i> RNN Petite terre	<i>Mabuya desiderae</i>	Scinque guadeloupéen		EN	Oui ☑	2	RNN Petite Terre	2024		X
Protocole POPReptile Spécifique <i>Iguana delicatissima</i> CMR	<i>Iguana delicatissima</i>	Iguane des Petites Antilles	CR	CR	Oui ☑	3	PNA IPA	2013-2025		X
Protocole POPReptile Spécifique <i>Thecadactylus aff. rapicauda</i>	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Thécadactyle à queue turbinée	NT	LC	Non	-				

Annexes : rapports d'analyses

Annexe I. Nouveau protocole ! *Anomaloglossus blanci* : « Phénologie de l'activité de chant d'*Anomaloglossus blanci* (amphibien) par l'utilisation de la bioacoustique pour l'amélioration des connaissances sur une espèce endémique en danger »

Phénologie de l'activité de chant d'*Anomaloglossus blanci* (amphibien) par l'utilisation de la bioacoustique pour l'amélioration des connaissances sur une espèce endémique en danger



Réserve Naturelle Régionale
TRESOR

ENIA

Expertise Naturaliste
Instrumentation et Analyse
Elodie COURTOIS

Titre : Phénologie de l'activité de chant d'*Anomaloglossus blanci* (amphibien) par l'utilisation de la bioacoustique pour l'amélioration des connaissances sur une espèce endémique en danger

Client : DGTM Guyane

Date de rendu : XX

Interlocuteur : Annaïck Garin

Maitre d'œuvre : Association Trésor

Prestataire : ENIA

Structures associées : RNNKR, ONF

Auteur : Courtois Elodie¹, Villette Benoit², Decalf Guillaume²

¹ ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française

² Association Trésor 38 rue des Turquoises - Lotissement Patawa 2, 97300 Cayenne, Guyane Française

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du fond vert par la DGTM Guyane. Nous remercions l'ensemble des personnes de la RNNKR et de l'ONF pour leur aide sur le terrain.

Référence à utiliser : Courtois E.A., Villette B., Decalf G. 2025 – Phénologie de l'activité de chant d'*Anomaloglossus blanci* (amphibien) par l'utilisation de la bioacoustique pour l'amélioration des connaissances sur une espèce endémique en danger. Association Trésor, ENIA, DGTM 21 p.

Table des matières

Liste des Figures	4
Introduction.....	5
Présentation du protocole.....	6
Sites d'étude	6
KAW : Station Max, réserve naturelle nationale de Kaw-Roura	6
Cette station se situe au niveau d'un affluent de la crique Patawa qui elle-même finit sa course dans la rivière de Kaw. La population semble assez réduite et restreinte à une petite partie du cours d'eau mais le peu de prospection sur ce site ne permet pas de délimiter précisément l'étendue de la répartition d'A. blanci sur le secteur. Deux points d'enregistrements (KAW_A et KAW_B) distant de 150 m environ ont été définis.	6
TRESOR : Crique Blanci, réserve naturelle régionale Trésor	6
MOLOKOI : Station Molokoï.....	7
Protocole d'échantillonnage des chants.....	7
Test de protocole de suivi	8
Analyses des données	9
Algorithme de détection développé par Biophonia	9
Patron d'activité journalier	11
Patron d'activité annuel	14
Probabilité de détection	15
Test protocole de suivi.....	17
Analyse en Site occupancy	17
Analyse en N-mixture	18
Capture-Marquage-Recapture.....	19
Conclusions et préconisations	21

Liste des Figures

Figure 1 - A gauche distribution d'A. blanci dans le quart Nord-Est de la Guyane. Toutes les localisations y sont renseignées, incluant les stations pour lesquelles aucune donnée récente n'est disponible (données du PNA). Les panels à droite montrent la localisation des 3 stations choisies.....	7
Figure 2 - Installation du dispositif sur le terrain. A gauche enregistreur automatique de son de type SM4 mini et à droite enregistreurs environnementaux. Au sol, le capteur d'humidité du sol TMS enregistrant également la température du sol et la température de l'air et dans l'arbre un capteur de température et humidité de l'air de type HOBOS.	8
Figure 3 - Transect KAW (en haut à gauche), TRESOR (en haut à droite), MOLOKOI CARBETS (en bas à gauche) et MOLOKOI SM (en bas à droite) avec les observations d'A. blanci en rouge.	9
Figure 4 - Catégorisation pour les 450 enregistrements utilisés en test en fonction de la valeur prédite (0 absence / 1 présence) et de la valeur réelle.	10
Figure 5 - Nombre de données disponible par site. Une donnée correspondant à 4 minutes d'enregistrement sur 1h entre 5h et 20h.	11
Figure 6 - Patron d'activité acoustique journalier par enregistreur moyenné sur une année.	12
Figure 7 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité du Molokoi (enregistreurs Molokoi_E et Molokoi_F).	12
Figure 8 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité de Kaw (enregistreurs Kaw_A et Kaw_B).	13
Figure 9 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité de Trésor (enregistreurs Trésor_C et Trésor_D).	13
Figure 10 - Patron d'activité annuel de l'espèce pour chaque site (enregistreur). Chaque point représente une moyenne et un écart type de l'indice d'activité acoustique sur une semaine.	14
Figure 11 - Conditions environnementales pendant l'année de suivi. En haut, moyennes journalières des températures de l'air mesurées sur les 3 sites (KWA - Kaw, MOL - Molokoi et TRE - Trésor), au milieu, moyennes journalières de l'humidité du sol mesurée sur les 3 site et en bas, pluviométrie mesurée au niveau de la station météorologique de la RNR Trésor.	15
Figure 12 - Indice d'activité acoustique journalière calculé en sommant l'activité acoustique sur l'ensemble de la journée. La ligne pointillée représente la valeur de 0.5 utilisée pour considérer que l'espèce aurait été détectée cette journée.....	16
Figure 13 - Nombre de jours dans la semaine où l'espèce aurait été détectée par le protocole d'enregistrement. Cet indice varie donc entre 0 (aucun jour où l'espèce aurait été détecté dans la semaine) et 7 jours (l'espèce aurait été détectée tous les jours).....	16
Figure 14 - probabilité de détection par mois pour chacun des sites d'enregistrement.	17
Figure 15 - Probabilité d'occupation estimée en utilisant un modèle de site occupancy par population et par saison.	18
Figure 16 - Abondance estimée en N-mixture pour chaque transect de 20 m en février et en septembre	18
Figure 17 - Abondance estimée en N-mixture sommée sur l'ensemble des transects par saison et par population	19
Figure 18 - Exemple de reconnaissance individuelle du même individu à 2 occasions de capture différentes sur le site de Trésor.	19
Figure 19 - Résultat de l'analyse par CMR donnant un nombre d'individus estimé par population et par saison.	20

Introduction

Anomaloglossus blanci (Fouquet et al. 2018) est un petit Aromobatidae **endémique de Guyane** Française et aujourd'hui considéré comme **en danger d'extinction** sur la liste rouge UICN des espèces menacées (UICN, 2017). C'est une espèce inféodée aux cours d'eau forestiers de petites dimensions du quart nord-est de la Guyane. Considérée comme commune il y a une dizaine d'années, elle a disparu de nombreux secteurs et ne se maintient aujourd'hui que sur quelques petites criques très localisées. Depuis novembre 2020, *Anomaloglossus blanci* est **intégralement protégé** en Guyane (Art. 2 de l'Arrêté du 19 novembre 2020 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés dans le département de la Guyane protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection). Un **Plan National d'Actions** (PNA) a débuté fin 2024 sur cette espèce, au même titre que deux autres espèces sœurs des massifs centraux de la Guyane (*A. degranvillei* et *A. dewynteri*), aussi en danger critique d'extinction.

Ces trois espèces endémiques, dont les populations **ont toutes décliné de façon drastique** cette dernière décennie font aujourd'hui l'objet d'une attention particulière. Un des principaux freins pour la réalisation d'actions de conservation sur ces espèces est le manque d'informations concernant leur biologie. Toutes les études permettant d'approfondir les connaissances autour de ces espèces doivent être prioritaires dans les stratégies de maintien de la biodiversité nationale.

La répartition d'*Anomaloglossus blanci* se situe dans un secteur géographique plus facilement accessible (région de Kaw-Roura, Cacao, Belizon et le long du tracé Régina Saint-Georges), permettant de faire de cette espèce un bon modèle pour des études pilotes envisagées notamment dans le cadre du PNA. Sa proximité génétique et écologique permet également d'envisager élargir les résultats des études élaborées autour d'*A. blanci* aux deux autres espèces menacées du genre (*A. degranvillei* et *A. dewynteri*).

Depuis quelques années, plusieurs missions ont été organisées en Guyane pour tenter de retrouver des populations isolées des trois espèces citées avec malheureusement souvent très peu de réussite. Les milieux naturels où vivent normalement ces espèces (petites criques des zones de reliefs) sont très représentés sur le territoire guyanais. Les différentes recherches se sont donc concentrées sur ces habitats en espérant la découverte fortuite d'individus. Cette découverte peut venir de l'observation directe d'animaux (bien que ceux étudiés soient de petite taille associée à une coloration cryptique) ou par la **détection sonore de mâles chanteurs**. Cette dernière permet d'augmenter les surfaces de détection possible (le chant d'un mâle *A. blanci* dans des conditions calmes s'entend jusqu'à plus d'une vingtaine de mètres) ce qui est un avantage lors d'une prospection sur une zone d'étude élargie mais reste conditionnée par les activités de vocalises des mâles adultes. Si les chants semblent se concentrer entre les épisodes pluvieux de la saison humide, ce constat ne se base que sur un faible

nombre d'observations et ne paraît pas non plus systématique. Au niveau journalier, de précédentes études semblent montrer une augmentation de l'activité des chants préférentiellement tôt le matin et en fin d'après-midi¹.

Ce projet, financé sur le fond vert 2023 qui s'est déroulé de fin 2023 à début 2025 avait plusieurs objectifs :

- (1) Affiner nos **connaissances sur la biologie de l'espèce**
- (2) Permettre d'établir des **probabilités de détection** en utilisant différentes méthodes de détection (acoustique ou visuelle)
- (3) Développer l'**outil bioacoustique** pour le suivi de la faune en Guyane
- (4) Calibrer des protocoles **d'inventaire et de suivi** des populations
- (5) Initier les opérations prévues par le **Plan National d'Action**

Présentation du protocole

Sites d'étude

KAW : Station Max, réserve naturelle nationale de Kaw-Roura

Cette station se situe au niveau d'un affluent de la crique Patawa qui elle-même finit sa course dans la rivière de Kaw. La population semble assez réduite et restreinte à une petite partie du cours d'eau mais le peu de prospection sur ce site ne permet pas de délimiter précisément l'étendue de la répartition d'*A. blanci* sur le secteur. Deux points d'enregistrements (KAW_A et KAW_B) distant de 150 m environ ont été définis.

TRESOR : Crique Blanci, réserve naturelle régionale Trésor

Cette petite crique forestière coulant sur les flancs de la montagne de Kaw abrite aujourd'hui une des plus importante population d'*Anomaloglossus blanci* connue en Guyane. Découverte en 2015, elle est régulièrement suivie par les agents de la réserve pour des relevés d'abondance, un échantillonnage du champignon pathogène *Batrachochytrium dendrobatidis* ou le test de nouveaux protocoles d'étude. Une station météo, gérée par la réserve, est présente à quelques centaines de mètres du site. Deux points d'enregistrements (TRESOR_C et TRESOR_D) distant de 150 m environ ont été définis.

¹ Reizine H. (2016) Suivi de population d'un amphibien tropical *Anomaloglossus degranvillei*. Master 2 ECOTROP Écologie des Forêts Tropicales, rapport de stage.

MOLOKOI : Station Molokoï

Des données historiques ont confirmé la présence de l'espèce dans différents cours d'eau du mont Cacao au début des années 2000 (observations personnelles). Depuis, l'espèce n'y avait plus été observée malgré plusieurs passages ciblés et une fréquentation régulière du sentier du Molokoï. Cependant, un nouveau noyau d'individus a été découvert le long du circuit en 2021. Deux points d'enregistrements (MOLOKOI_E et MOLOKOI_F) distant de 150 m environ ont été définis.

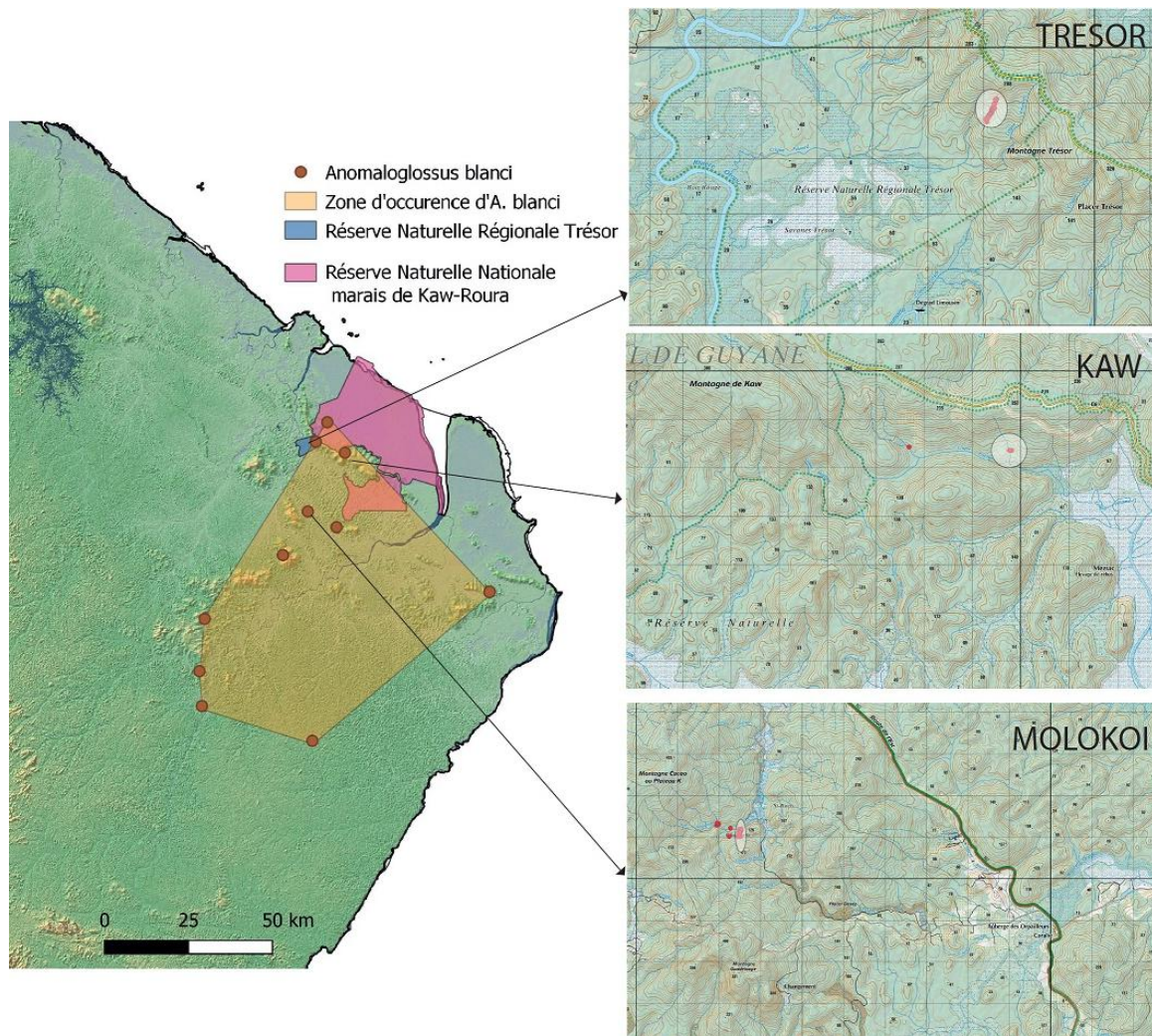


Figure 1 - A gauche distribution d'A. blanci dans le quart Nord-Est de la Guyane. Toutes les localisations y sont renseignées, incluant les stations pour lesquelles aucune donnée récente n'est disponible (données du PNA). Les panels à droite montrent la localisation des 3 stations choisies.

Protocole d'échantillonnage des chants

Les enregistreurs placés sur le terrain étaient des **Song Meter mini (SM4 mini)** développés par la société Wildlife Acoustics (Figure 2). Ce matériel, utilisé depuis plusieurs années, est particulièrement adapté aux conditions climatiques difficiles de la forêt guyanaise. Une programmation

a été effectuée pour enregistrer **2 minutes de l'ambiance sonore locale toutes les 30 minutes entre 5h00 et 19h00**, *Anomaloglossus blanci* étant une espèce exclusivement diurne. Des visites ont été effectuées **tous les 2 mois** pour changer les batteries et récupérer les cartes SD. Sur chaque localité, ont également été installés deux capteurs de température et humidité du sol de type HOBOS et un capteur d'humidité du sol TMS (Figure 2). Les données sonores enregistrées sur les trois sites durant une année ont été analysées par une méthode automatique vérifiée permettant de détecter les différentes vocalisations d'*Anomaloglossus blanci* (intervention de la société BIOPHONIA).



Figure 2 - Installation du dispositif sur le terrain. A gauche enregistreur automatique de son de type SM4 mini et à droite enregistreurs environnementaux. Au sol, le capteur d'humidité du sol TMS enregistrant également la température du sol et la température de l'air et dans l'arbre un capteur de température et humidité de l'air de type HOBOS.

Test de protocole de suivi

En parallèle, un test de protocole de suivi couplant des méthodes de site occupancy (présence absence), de N-mixture (comptages répétés) et de Capture-Marquage-Recapture (CMR) a été testé sur 4 populations (les 3 populations équipées avec les enregistreurs et une population supplémentaire sur le site du Molokoi). Au sein de ces 4 populations, un linéaire de 180 m de crique a été défini (Figure 3) et 2 sessions de suivi ont été réalisées pour le test du protocole en **février 2024** puis en **septembre 2024**. Pendant chaque session, 3 passages à 2 personnes étaient réalisés sur le transect avec une **géolocalisation précise** et une **prise de photos sans manipulation** de tous les individus détectés d'*A. blanci*. Pour les analyses en site occupancy et en N-mixture, ces transects ont été redécoupés en 9 transects de 20 m (soit au total 36 unités de 20 m).

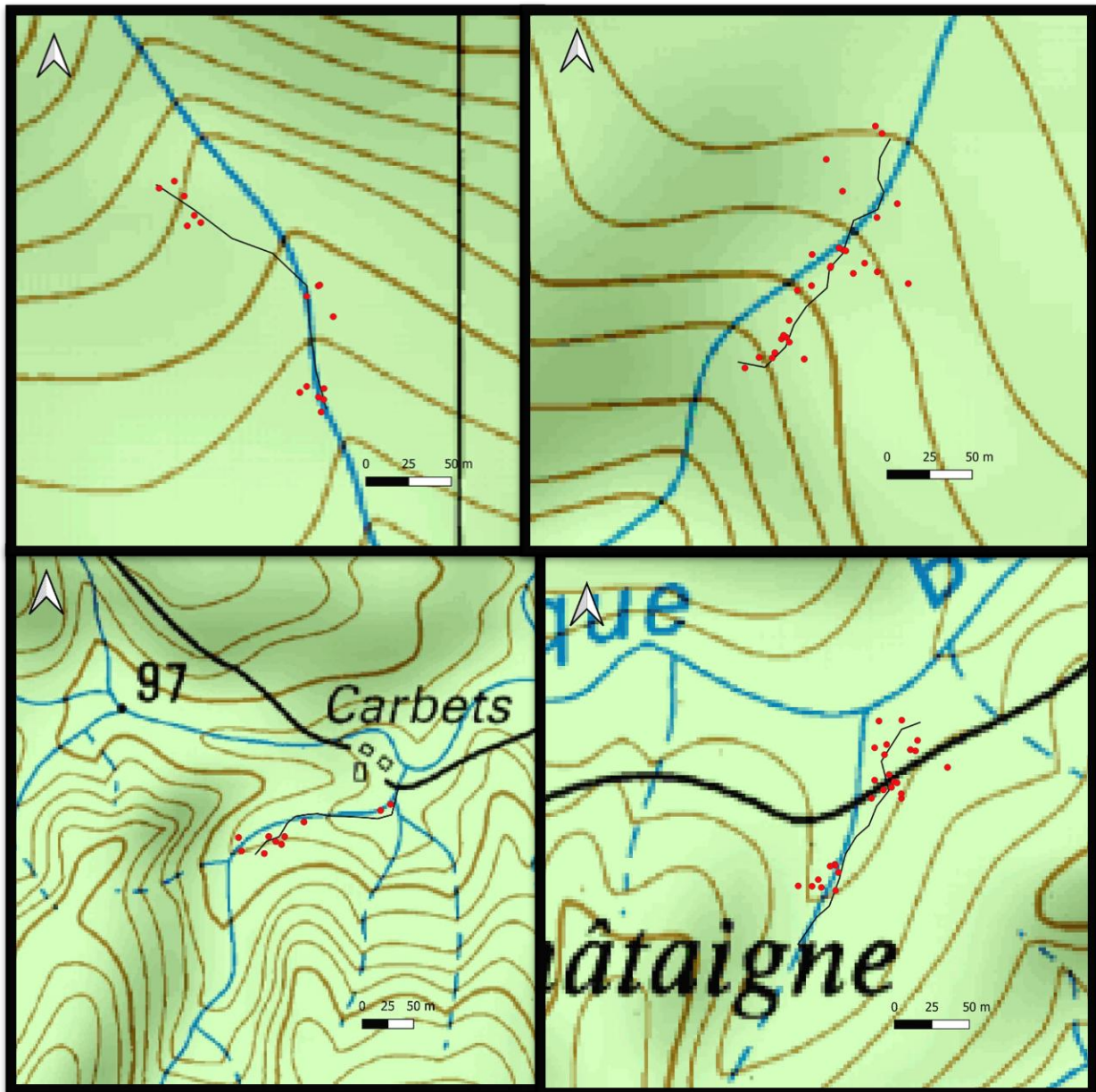


Figure 3 - Transect KAW (en haut à gauche), TRESOR (en haut à droite), MOLOKOI CARBETS (en bas à gauche) et MOLOKOI SM (en bas à droite) avec les observations d'A. blanci en rouge.

Analyses des données

Algorithme de détection développé par Biophonia

Dans une première étape, une base de données annotées a été construite. Cette base de données contenait environ 1000 enregistrements de 5 à 10 secondes issus d'une base de données partielle de novembre 2023 à février 2024. Un échantillonnage stratifié par enregistreur, par date et

par horaire de la journée avait été réalisé. Des annotations manuelles sur les spectrogrammes avaient ensuite été réalisées avec 3 évaluations de qualité :

A – Le cri est clairement identifiable sur le spectrogramme et toutes les caractéristiques du cri sont visibles (pas d’overlap)

B – Le cri a de l’overlap mais il est possible d’identifier toutes les caractéristiques du cri sur le spectrogramme

C – Le cri a beaucoup d’overlap avec d’autres évènements sonores il n’est pas possible d’identifier toutes les caractéristiques du cri ou, le signal peut être défini comme acoustiquement “lointain”.

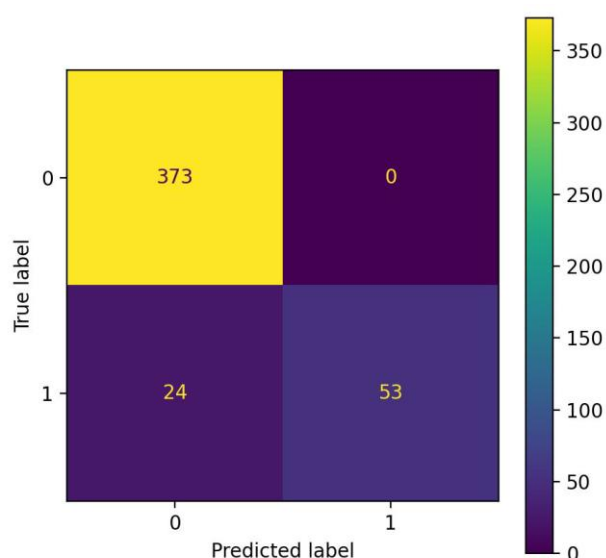


Figure 4 - Catégorisation pour les 450 enregistrements utilisés en test en fonction de la valeur prédite (0 absence / 1 présence) et de la valeur réelle.

Cette base de données avait ensuite été utilisée pour l’entraînement (90% des données utilisées) et la validation (10%) d’un détecteur acoustique basé sur un réseau de neurones. Ce détecteur acoustique présentait une bonne capacité de prédiction (Figure 4) avec aucun faux positif (valeur prédite de 1 alors que la valeur réelle est de 0) et peu de faux négatifs (valeur prédite de 0 alors que la valeur réelle est de 1).

Ce détecteur acoustique a ensuite été appliqué sur l’ensemble du jeu de données. Afin de conserver une année complète de données, nous avons conservé les données du

25/11/2023 à 5h au 24/11/2024 à 19h. Pour chaque heure de la journée, 4 minutes d’enregistrement (2 minutes toutes les 30 minutes) sont disponibles. Le nombre de données (une donnée correspondant à 4 minutes d’enregistrement par heure entre 5h et 20h) disponible par site varie entre 4705 et 5490 (nombre maximal correspondant à l’ensemble du jeu de données disponible) (Figure 5). Il est maximal pour les deux sites de Trésor (B et C), pour un des sites du Molokoi (F) et pour un des sites de Kaw (A). Sur ces 4 sites, le jeu de données est complet sur une année. Sur les 2 sites restant, il manque 1 semaine d’enregistrement sur le site Kaw_B (du 28/08/2024 au 03/09/2024) et 1 mois et demi (du 25/11/2023 au 16/01/2024) pour Molokoi_F.

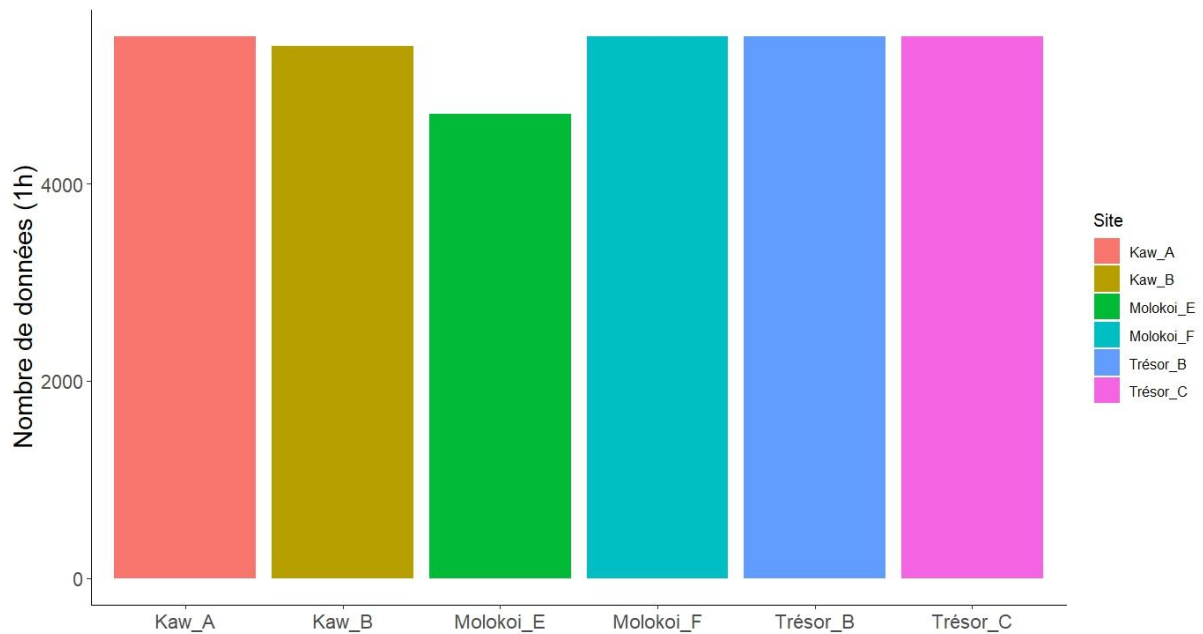


Figure 5 - Nombre de données disponible par site. Une donnée correspondant à 4 minutes d'enregistrement sur 1h entre 5h et 20h.

Chaque créneau d'enregistrement de 2 minutes a été séparé en **40 séquences de 3 secondes** et le détecteur acoustique a permis de déterminer sur cette séquence de 3 secondes la présence ou non d'un chant d'*A. blanci*. Pour chaque heure d'enregistrement, **un indice d'activité acoustique** a ensuite été calculé en divisant le nombre de séquence de 3 secondes positives par le nombre total de séquence de 3 secondes disponibles (80 séquences par heure correspondant aux 4 minutes d'enregistrement par heure). Cet indice peut ainsi **varier entre 0 et 1**. Une valeur de 0 indique que l'espèce n'a jamais été détectée sur les 40 enregistrements de 3 secondes et une valeur de 1 indique qu'elle a été détectée sur les 80 enregistrements de 3 secondes.

Patron d'activité journalier

Afin de déterminer le patron d'activité journalier, nous avons calculé la moyenne et l'écart type de l'indice d'activité acoustique par heure moyenné sur une année pour chaque enregistreur (Figure 6) ou par mois pour chaque localité (Figure 7, Figure 8, Figure 9). De manière assez classique pour les amphibiens de diurnes, on retrouve un **pic d'activité le matin entre 7 et 9h puis l'après midi entre 15 et 17h**. Ce patron d'activité est particulièrement visible sur les localités de Kaw (Figure 8) et de Trésor (Figure 9). En revanche, sur la localité du Molokoi, durant les mois d'activité principale, l'activité est relativement haute et constante entre 7h et 17h (Figure 7)

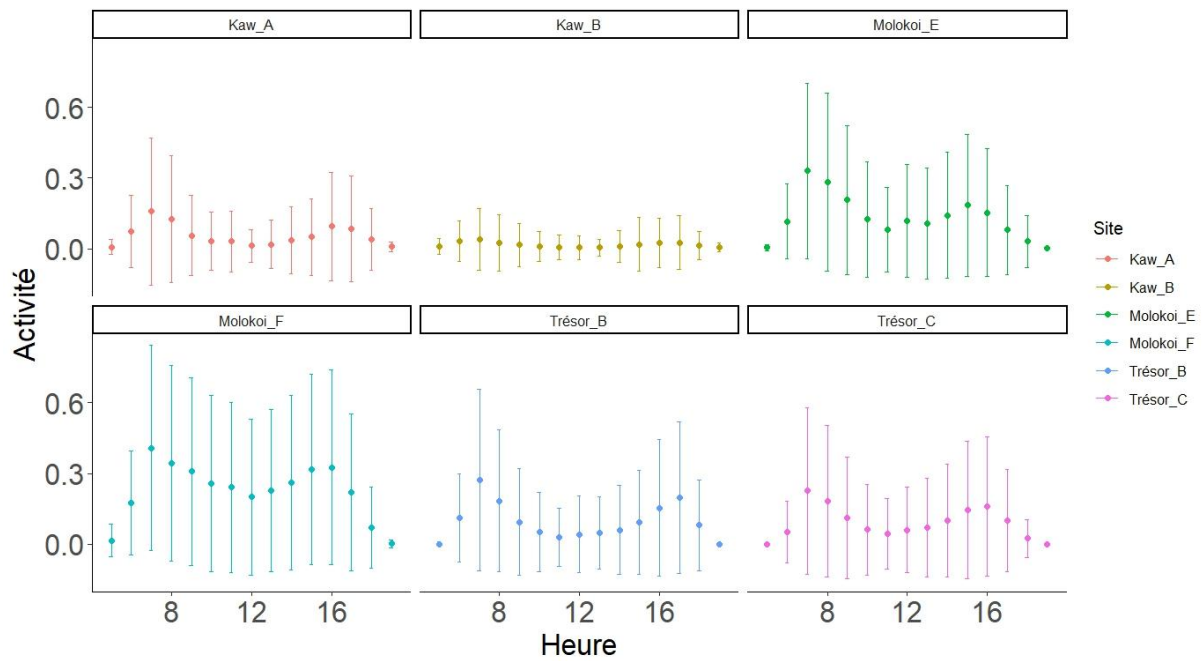


Figure 6 - Patron d'activité acoustique journalier par enregistreur moyenné sur une année.

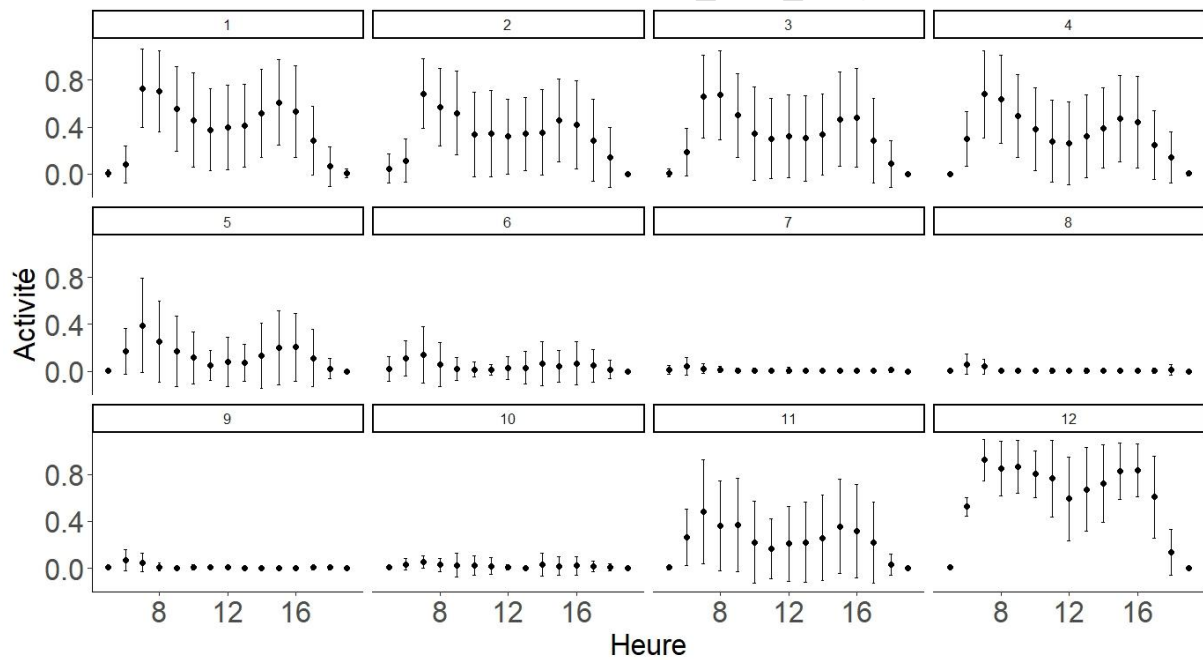


Figure 7 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité du Molokoi (enregistreurs Molokoi_E et Molokoi_F).

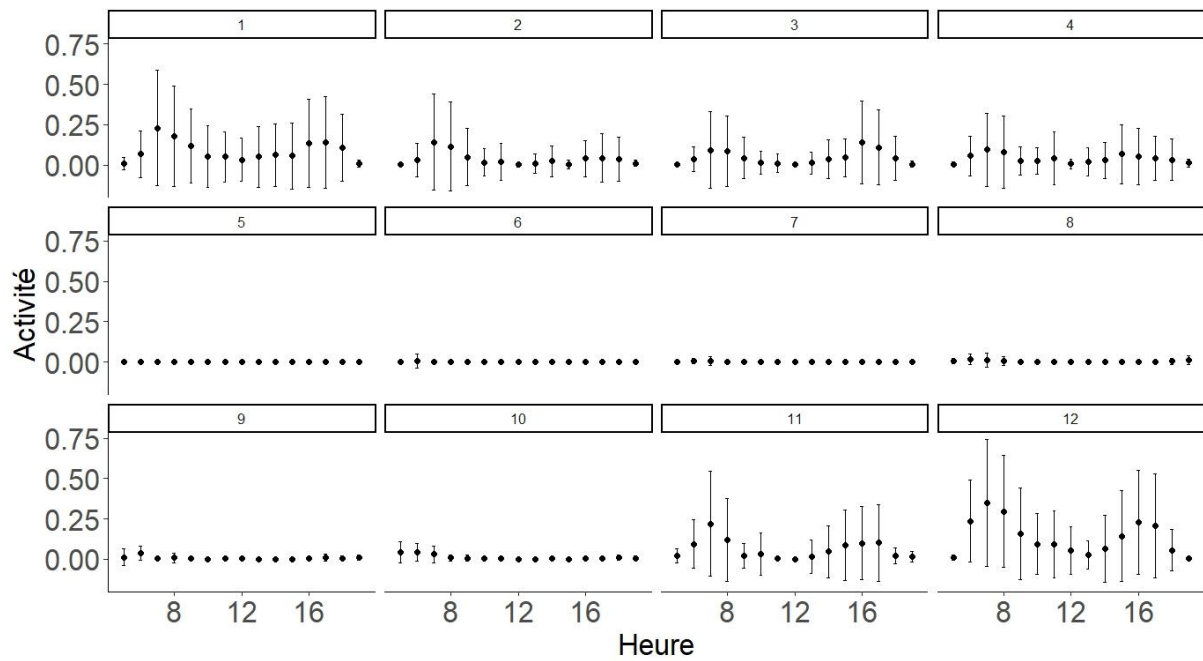


Figure 8 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité de Kaw (enregistreurs Kaw_A et Kaw_B).

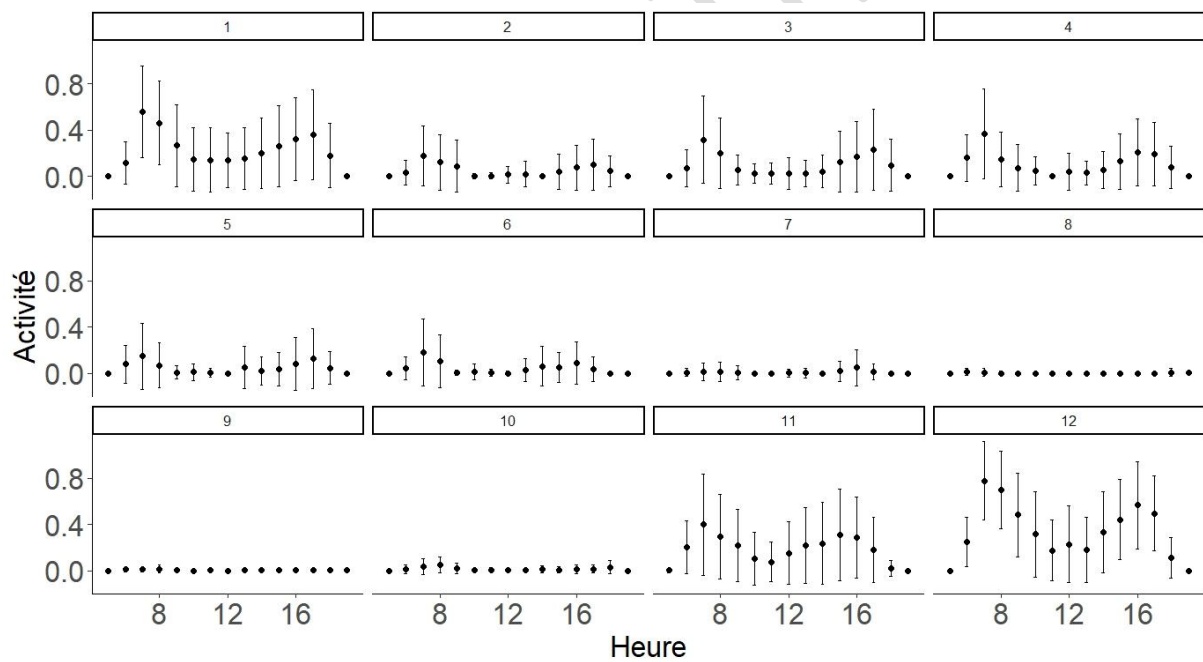


Figure 9 - Patron d'activité acoustique journalier par mois pour la localité de Trésor (enregistreurs Trésor_C et Trésor_D).

Patron d'activité annuel

Nous avons calculé pour chaque enregistreur la moyenne et l'écart type de l'indice d'activité acoustique par semaine pour l'année d'enregistrement (Figure 10). Un patron très clair se dégage, confirmé également par les graphiques précédents sur l'activité journalière par mois (Figure 7, Figure 8, Figure 9). L'activité vocale de l'espèce est constante et plus ou moins forte selon les localités **entre janvier et avril** (Figure 10). Sur les sites de Trésor et du Molokoi, elle s'étend même jusqu'au mois de **juin** (Figure 7 et Figure 9) contrairement à la localité de Kaw (Figure 8). L'activité vocale est très faible, voire nulle sur l'ensemble des localités ensuite des mois de juillet à octobre et elle reprend en **novembre et décembre**.

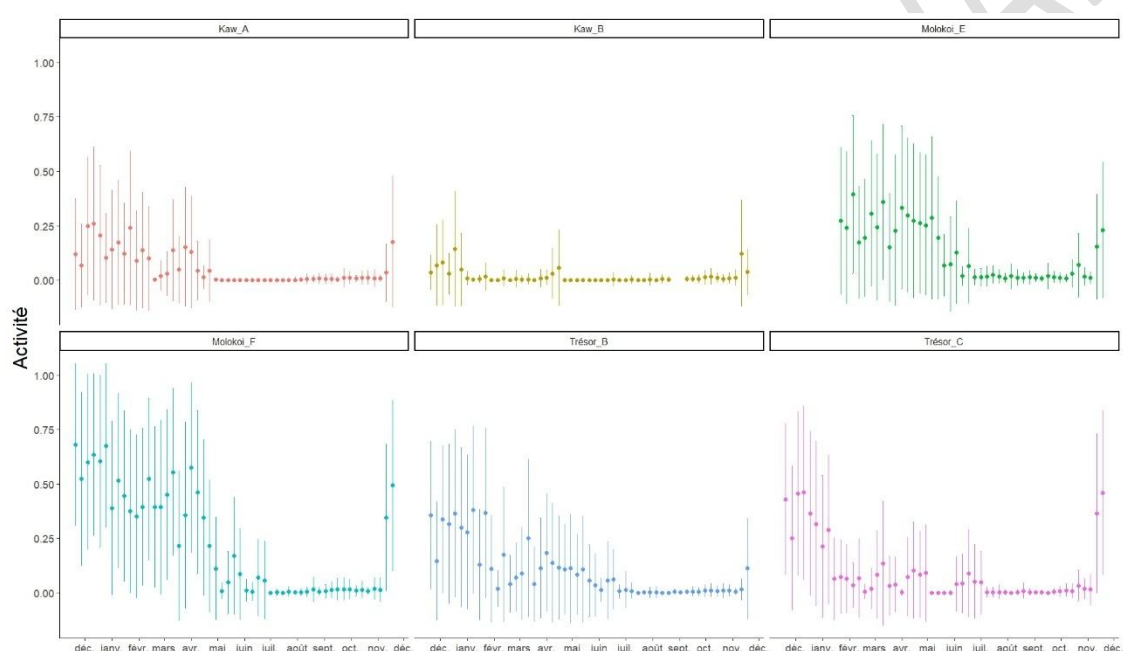


Figure 10 - Patron d'activité annuel de l'espèce pour chaque site (enregistreur). Chaque point représente une moyenne et un écart type de l'indice d'activité acoustique sur une semaine.

Ce patron d'activité correspond bien à la saisonnalité classique saison des pluies/saison sèche. La reprise de l'activité vocale en novembre correspond à l'arrivée des premières pluies (Figure 11). La fin de l'activité vocale au mois de juin sur les sites de Trésor et du Molokoi ne correspondent par contre pas spécifiquement à la fin des précipitations qui se sont étendues jusqu'en juillet (Figure 11). Les données de précipitations de la station météo Trésor sont bien corrélées avec les données d'humidité du sol mesurées sur les 3 sites (Figure 11). Par ailleurs, les données de températures mesurées par le TMS et celles mesurées par les HOBOS étaient très proches pour tous les sites et nous ne présentons donc ici que les données de température de l'air de la TMS (Figure 11).

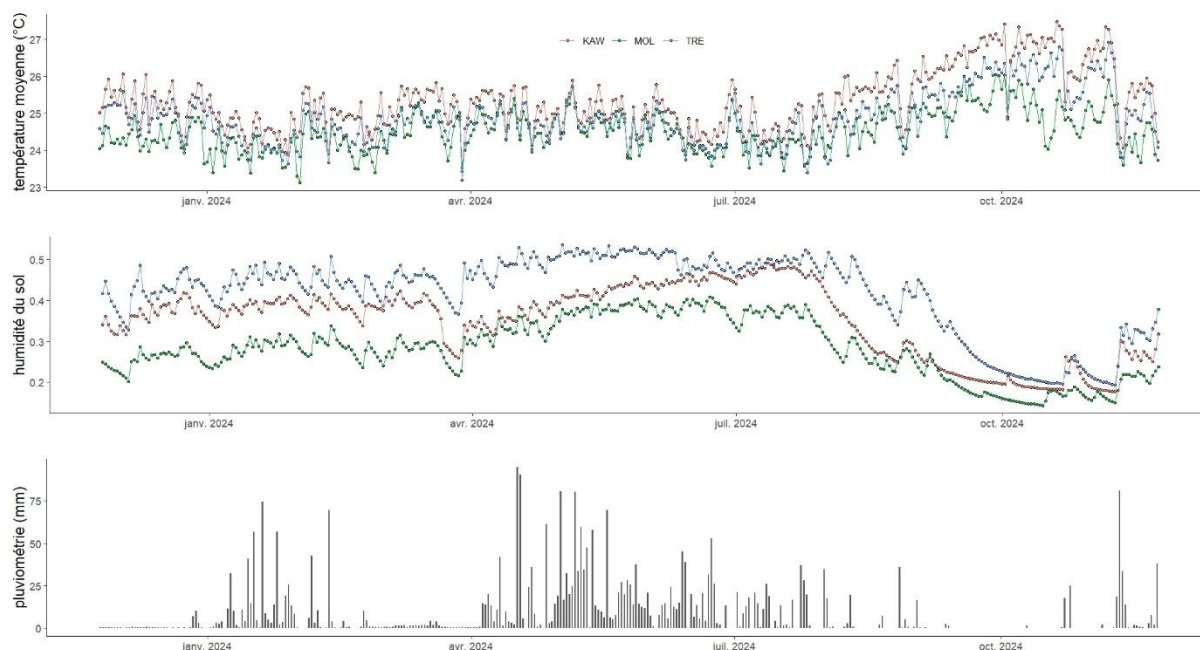


Figure 11 - Conditions environnementales pendant l'année de suivi. En haut, moyennes journalières des températures de l'air mesurées sur les 3 sites (KAW - Kaw, MOL - Molokoi et TRE - Trésor), au milieu, moyennes journalières de l'humidité du sol mesurée sur les 3 sites et en bas, pluviométrie mesurée au niveau de la station météorologique de la RNR Trésor.

Probabilité de détection

Nous avons ensuite testé plus spécifiquement la **probabilité de détecter l'espèce sur un site en utilisant le protocole d'enregistrement utilisé dans cette étude**. Pour cela, nous avons calculé pour chaque jour la somme de l'indice acoustique et estimé que l'espèce aurait été détectée en utilisant ce protocole si la valeur journalière dépassait un indice acoustique de 0.5. (Figure 12). Le nombre de journée d'enregistrement où l'espèce aurait été détectée (i.e. où la valeur journalière dépasse 0.5) varie en fonction des sites d'enregistrement et en fonction de la période (Figure 13). Au sein d'une même période, en particulier en début de saison des pluies, les conditions environnementales du moment (pluie ou non) n'influent pas spécialement sur la probabilité de détecter l'espèce au moins une fois dans la journée (Figure 13).

Pour les 2 sites du Molokoi, la probabilité de détection est de 1 ou proche de 1 de la reprise des pluies (fin novembre) jusqu'au mois de mars (Figure 14). Entre avril et juin, la probabilité de détection diminue (Figure 14). Pour les sites de Trésor, la probabilité de détection est maximale seulement en décembre et elle diminue ensuite au alentours de 0.5 jusqu'en juin (Figure 14). Ce patron est similaire pour le site de Kaw_A mais on voit que pour le site de Kaw_B, la probabilité de détection ne dépasse jamais 0.5 (Figure 14). Sur l'ensemble des sites, la probabilité de détection est de 0 ou proche de 0 de juillet à octobre.

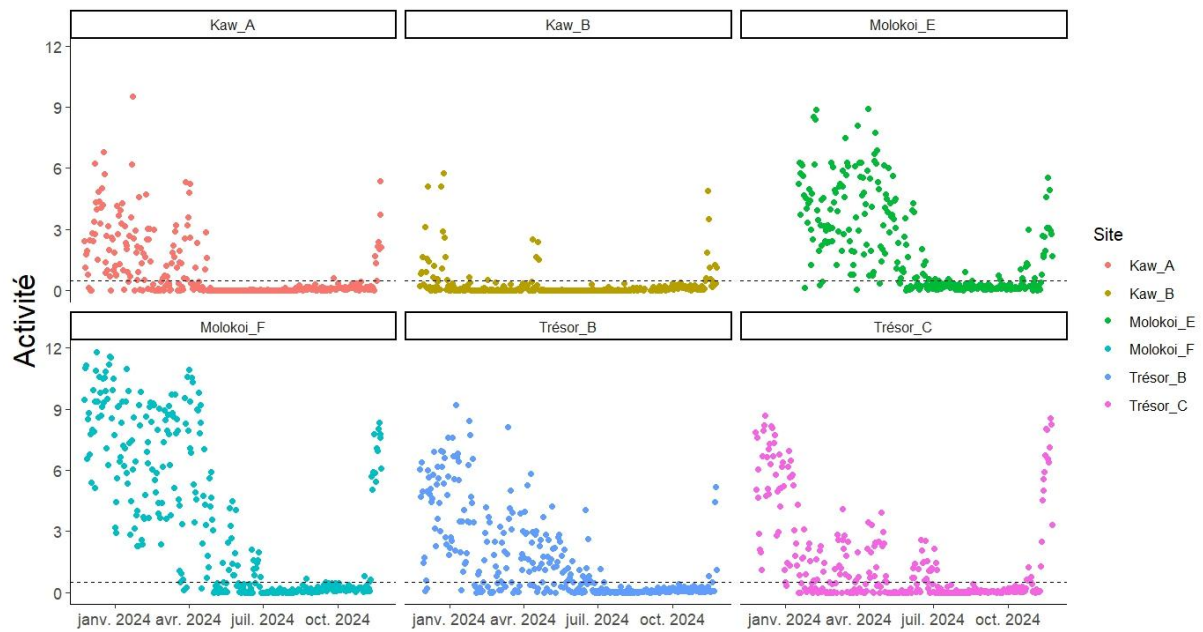


Figure 12 - Indice d'activité acoustique journalière calculé en sommant l'activité acoustique sur l'ensemble de la journée. La ligne pointillée représente la valeur de 0.5 utilisée pour considérer que l'espèce aurait été détectée cette journée.

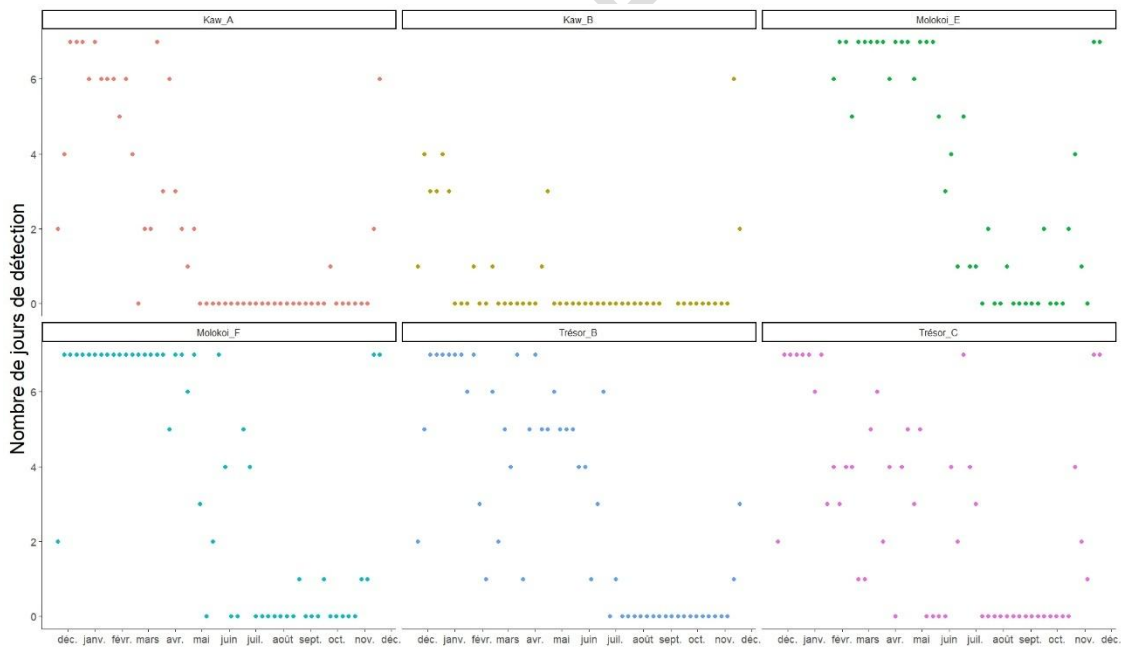


Figure 13 - Nombre de jours dans la semaine où l'espèce aurait été détectée par le protocole d'enregistrement. Cet indice varie donc entre 0 (aucun jour où l'espèce aurait été détecté dans la semaine) et 7 jours (l'espèce aurait été détectée tous les jours).

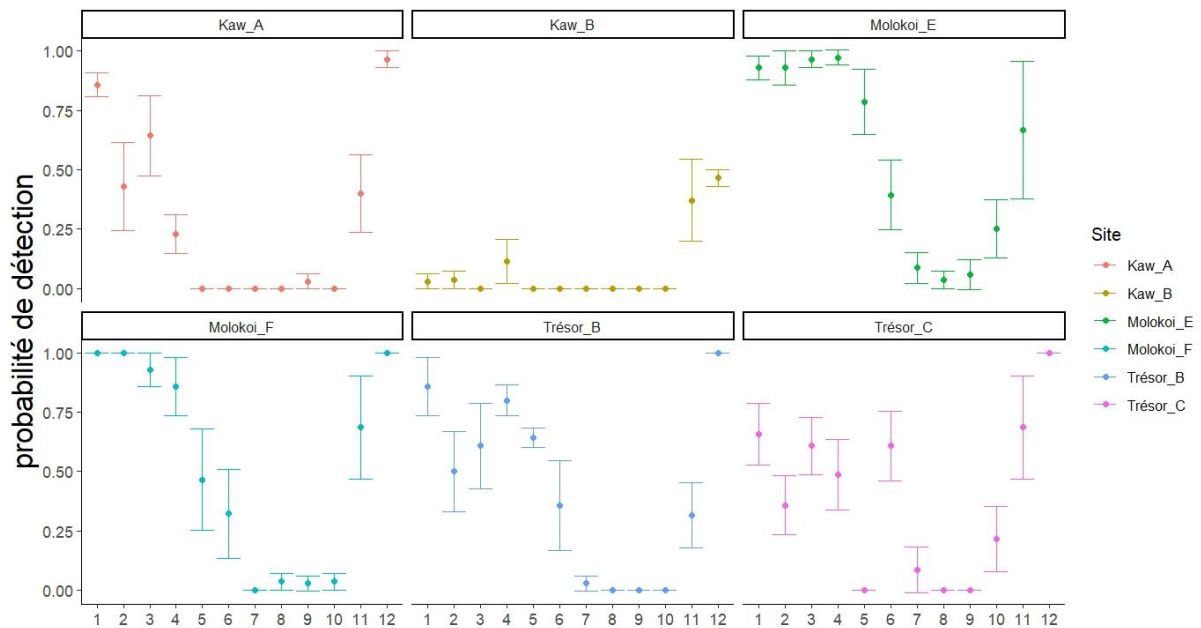


Figure 14 - probabilité de détection par mois pour chacun des sites d'enregistrement.

Test protocole de suivi

Au total, **269 contacts** de l'espèce ont été réalisés (dont 228 contacts adultes ; 84 contacts en Février et 144 en Septembre). La majorité des contacts ont été réalisés sur le site de TRESOR (N=90) puis MOLOKOI SM (N=63), MOLOKOI CARBETS (N=50) et enfin KAW (N=25)

Analyse en Site occupancy

Les probabilités de détection (i.e. la probabilité de détecter au moins un individu d'*Anomaloglossus blanci* sur un linéaire de crique de 20 m) sont élevées autant en saison des pluies (**probabilité de détection en février = 0.6 [IC 95% 0.48 – 0.71]**) qu'en saison sèche (**probabilité de détection en septembre = 0.70 [IC 95% 0.59 - 0.79]**). La probabilité d'occupation (probabilité qu'un transect de 20m soit occupé par l'espèce) **varie en fonction des localités** (Figure 15). Elle est maximale pour TRESOR, puis MOLOKOI SM et MOLOKOI CARBETS et enfin le site de Kaw. La probabilité d'occupation a augmenté entre février et septembre pour le site MOLOKOI CARBET (Figure 15).

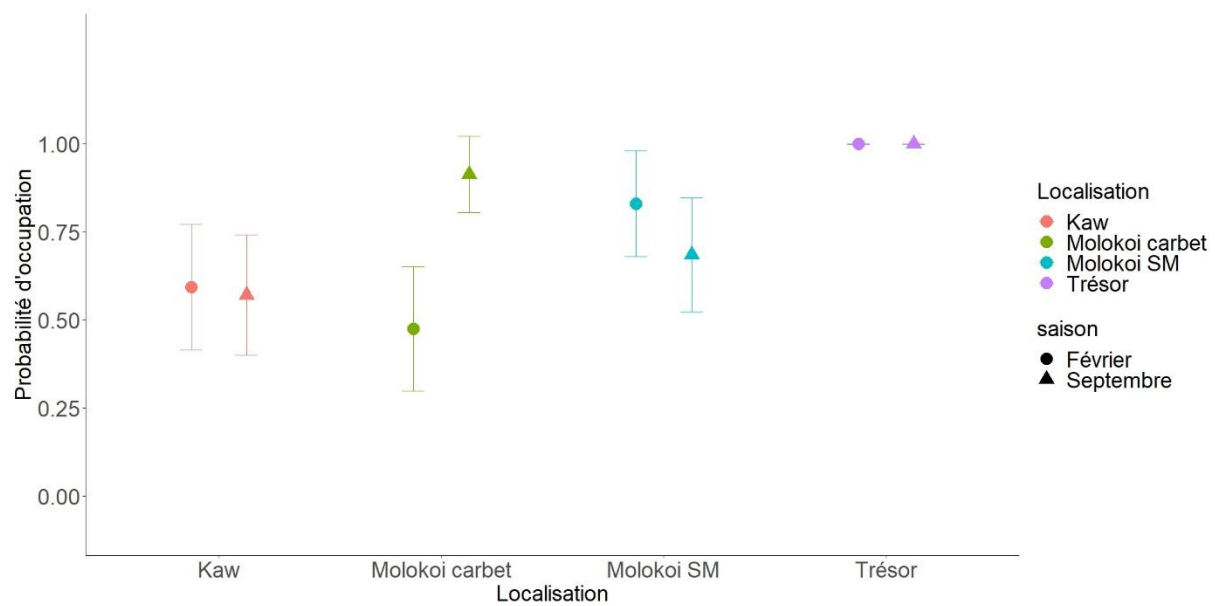


Figure 15 - Probabilité d'occupation estimée en utilisant un modèle de site occupancy par population et par saison.

Analyse en N-mixture

Le nombre d'individus par transects de 20 m estimé par le modèle de N-mixture (comptage répété) varie entre 0.5 et 13.5 (Figure 16). Il s'agit de l'estimation du nombre d'individu présent sur un linéaire de 20 m de crique. Si l'on somme les estimations sur l'ensemble des transects par populations, on obtient un nombre d'individus estimé dans la population (sur un linéaire de 180 m de crique) supérieur pour MOLOKOI SM, TRESOR et MOLOKOI CARBETS et en comparaison de KAW (Figure 17). L'abondance estimée a augmentée de février à septembre pour les sites de TRESOR et MOLOKI CARBET (Figure 17).

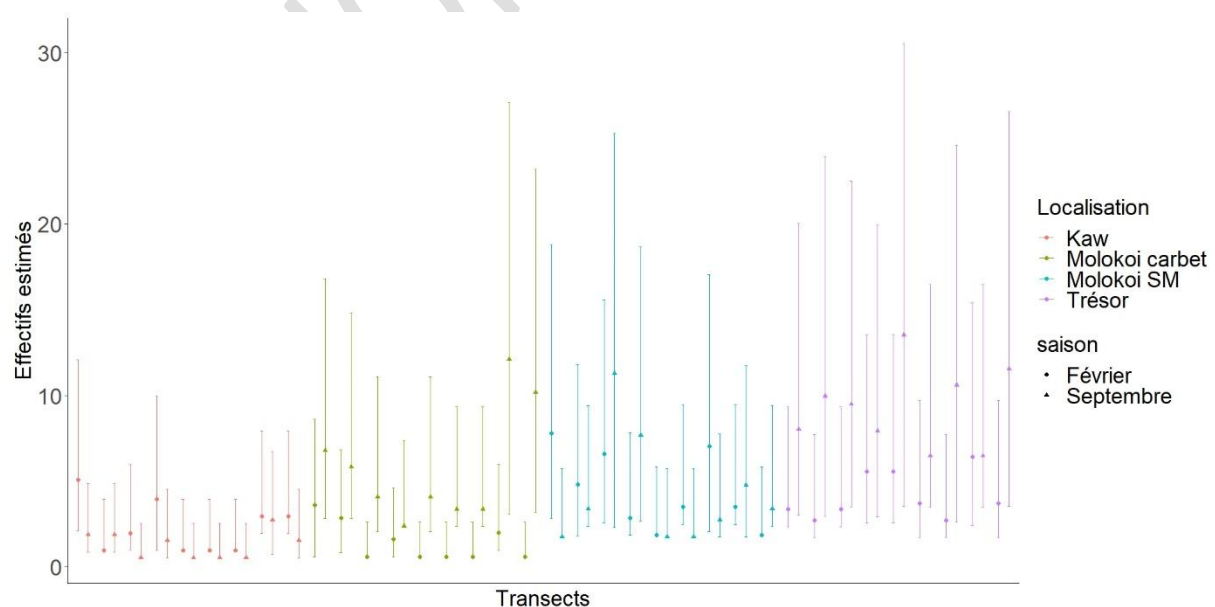


Figure 16 - Abondance estimée en N-mixture pour chaque transect de 20 m en février et en septembre

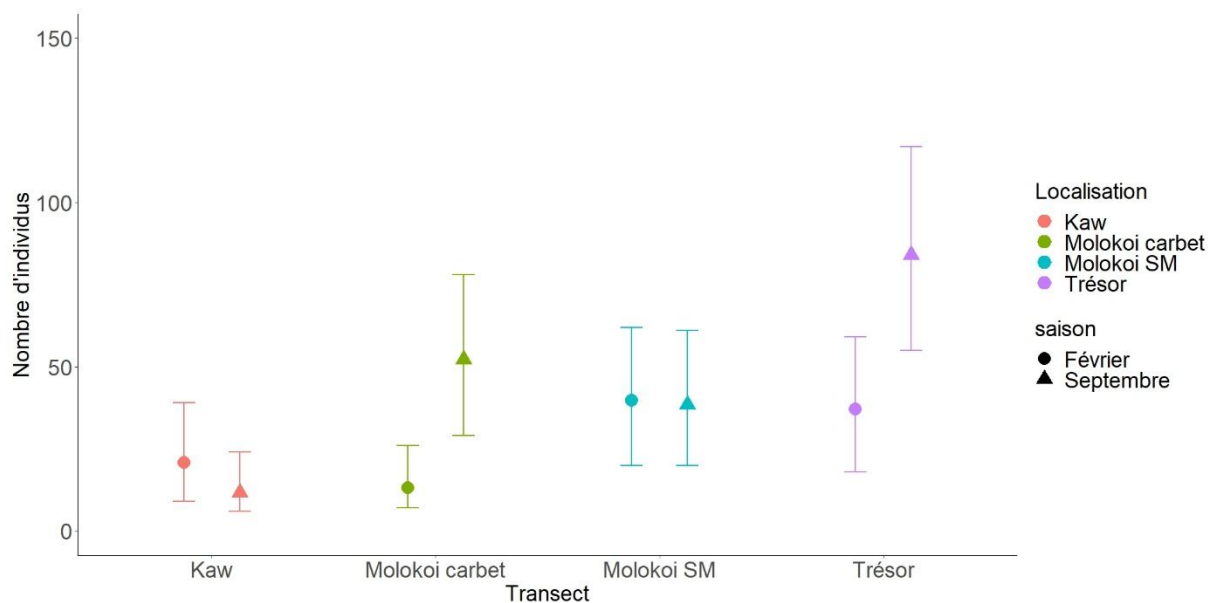


Figure 17 - Abondance estimée en N-mixture sommée sur l'ensemble des transects par saison et par population

Capture-Marquage-Recapture

L'**identification individuelle sur photo** sans manipulation est possible si les photos sont bien prises des deux côtés et de préférence toujours sous le même angle (Figure 18). Les reconnaissances individuelles pour cette étude ont été faites à la main mais l'utilisation de logiciel de reconnaissance automatique (exemple logiciel I3S) pourrait être intéressante à tester. L'estimation des tailles de population par CMR a été faite uniquement pour MOLOKOI SM, MOLOKOI CARBET et TRESOR car il n'y avait pas suffisamment de recaptures sur le site de Kaw. Les tendances sont similaires à celles estimées en comptages répétés (

Figure 19). Seuls quelques individus ont pu être recapturés entre les 2 sessions, les données



Figure 18 - Exemple de reconnaissance individuelle du même individu à 2 occasions de capture différentes sur le site de Trésor.

n'ont pas été analysées dans le cadre de cette étude.

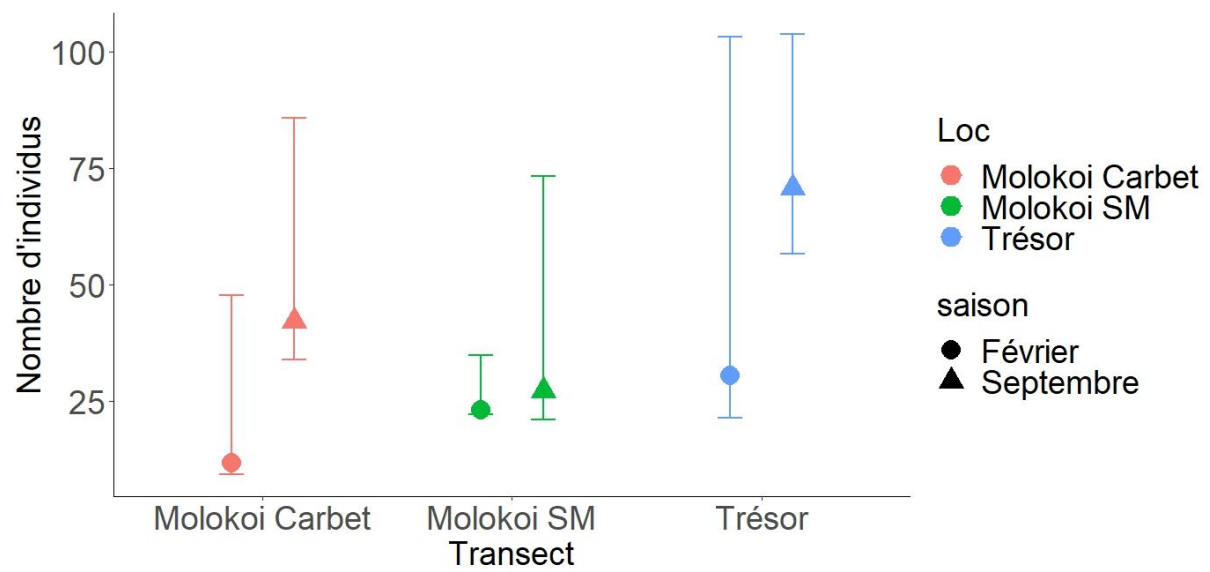


Figure 19 - Résultat de l'analyse par CMR donnant un nombre d'individus estimé par population et par saison.

Conclusions et préconisations

Cette étude permet de mettre en évidence plusieurs paramètres importants pour la recherche et le suivi d'*Anomaloglossus blanci*.

- (1) L'activité vocale de l'espèce étant maximale entre 7h et 9h et entre 15h et 17h, les prospections terrain de l'espèce doivent se concentrer sur cette période.
- (2) La **probabilité de détection acoustique** de l'espèce liée à son activité vocale est **maximale en début de saison des pluies**, dès la reprise des premières pluies et jusqu'au mois de mars.
- (3) Pour les sites de **forte densité** (Molokoi ou Trésor), la pose d'un enregistreur avec un enregistrement de 2 minutes toutes les 30 minutes pendant la période la plus favorable (de la reprise des pluies jusqu'au mois de mars) pendant **une ou deux journées** est suffisante pour détecter l'espèce avec une puissance de 0.8. Pour les sites de **plus faible densité** comme la population de Kaw, **entre 3 et 5 jours** d'enregistrement sont nécessaires pour s'assurer de la présence ou de l'absence de l'espèce. Ceci se calcule avec la formule suivante : $K = \frac{\log(1-p)}{\log(1-p')}$ où K est le nombre de passages, p la puissance (0.80) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population.
- (4) La **probabilité de détection visuelle** de l'espèce est très forte autant en saison des pluies qu'en saison sèche. Avec de telles probabilités de détection, **un ou deux passages** sont suffisants pour avoir une puissance de 0.8 de détecter l'espèce si elle est présente. Attention, il est possible que dans des populations de très faibles densités (encore plus faible que le site de Kaw) et/ou en fort déclin, cette probabilité soit diminuée.
- (5) Le **protocole de suivi** testé dans cette étude (3 passages deux fois par an à 2 personnes avec géolocalisation et prise de photos sans manipulation) a été validé et permettrait d'assurer un suivi à long terme de la distribution et de l'abondance des populations connues. Ce suivi permettrait de continuer à acquérir des informations sur l'espèce avec un dérangement limité (aucune manipulation des individus) et de détecter s'il a lieu un changement de distribution ou d'abondance dans ces populations. Il serait primordial de coupler ce suivi avec un suivi de l'état sanitaire des populations, en particulier un suivi de la prévalence du champignon Bd à intervalle régulier (tous les ans ou tous les 2 ans).

Annexe II. Protocole validé ! : « Analyse des protocoles existants - Version 1, livrable Suivi Amphibiens diurnes forestiers »

L1.1. ANALYSE DES PROTOCOLES EXISTANTS

Version 1, livrable
Suivi Amphibiens diurnes
forestiers

08 juillet 2024

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41
57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

c/o Isabelle Chauvin
2014 Route de Roquefort
32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org
SIRET 442 242 079 00022



SOMMAIRE

Liste des Figures.....	3
Contexte.....	5
Protocoles de suivi utilisé	8
Protocole 1.....	8
Protocole 2.....	10
Protocole 3.....	10
Protocole 4.....	11
Analyse des données.....	12
Analyse en « Site occupancy dynamique »	12
Analyse en « N-mixture dynamique »	13
Analyse en « CMR ».....	13
Résultats par espèce	14
<i>Allobates femoralis</i>	14
<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	16
<i>Allobates granti</i>	18
<i>Ameerega hahneli</i>	20
<i>Dendrobates tinctorius</i>	21
<i>Atelopus flavescens</i>	24
<i>Rhinella</i> sp.....	28
Analyse de tendances	30
Conclusions et Perspectives.....	32
Références	34
Annexes	35

Rédaction et relecture :

Société Herpétologique de France	Audrey Trochet
ENIA	Elodie Courtois

Liste des Figures

Figure 1 - Localisation des sites suivis.....	7
Figure 2 - Données récoltées par site et par protocole.....	8
Figure 3 - Espèces concernées par ce suivi. De haut en bas et de gauche à droite : <i>Allobates femoralis</i> , <i>Allobates granti</i> , <i>Anomaloglossus baeobatrachus</i> , <i>Ameerega hahneli</i> , <i>Dendrobates tinctorius</i> , <i>Atelopus flavescens</i> , <i>Rhinella margaritifera</i> , <i>Rhinella castaneotica</i> et <i>Rhinella lescurei</i>	9
Figure 4 - Localisation des transects sur les sites de suivi. (A) 44 transects définis sur le site Nouragues Inselberg, (B) 44 transects définis sur le site Nouragues Pararé, (C) 35 transects définis sur le site Trésor et 50 transects définis sur le site du Bagne des Annamites.	10
Figure 5 - Carte des transects utilisés pour le suivi d' <i>Atelopus flavescens</i> sur la réserve du Mont Grand Matoury par secteurs : Lamirande en rouge (Transects L1 à L20), Mangot et Tompic en jaune (Transects M1 à M8 et T1 à T8), IKA en bleu (K1-1 à K1-10 et K2-1 à K2-7).....	11
Figure 6 - Variation de la probabilité de détection estimée en « Site occupancy » d' <i>Allobates femoralis</i> par année (avec IC95) pour les 3 sites (INS – Inselberg, PAR – Pararé, TRE – Trésor) où le suivi est en place depuis 2014.	14
Figure 7 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95%) d' <i>Allobates femoralis</i> sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.....	15
Figure 8 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95%) d' <i>Allobates femoralis</i> sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.	15
Figure 9 - Probabilité de détection auditive estimée en « Site occupancy » pour <i>Anomaloglossus baeobatrachus</i> entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).....	16
Figure 10 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95%) d' <i>Anomaloglossus baeobatrachus</i> sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.....	17
Figure 11 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95%) d' <i>Anomaloglossus baeobatrachus</i> sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.....	17
Figure 12 - Probabilité de détection auditive estimée en « Site occupancy » pour <i>Allobates granti</i> entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).....	18
Figure 13 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95%) d' <i>Allobates granti</i> et d' <i>Ameerega hahneli</i> sur les 2 sites où elles sont présentes entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.....	19

Figure 14 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95%) d' <i>Allobates granti</i> et d' <i>Ameerega hahneli</i> sur les 2 sites où elles sont présentes entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.....	19
Figure 15 - Probabilité de détection auditive pour en « Site occupancy » pour <i>Ameerega hahneli</i> entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).....	20
Figure 16 - Résultat de l'analyse par CMR et en comptages répétés réalisées par Astruc et Besnard (2018)	21
Figure 17 - Résultat de l'analyse en « CMR - robust design » pour <i>D. tinctorius</i> sur le site Trésor en utilisant les données issues des parcelles.	22
Figure 18 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95%) pour <i>Dendrobates tinctorius</i> sur les 3 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.....	23
Figure 19 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95%) pour <i>Dendrobates tinctorius</i> sur les 3 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.....	23
Figure 20 - (en haut) Probabilités de détection en fonction des années pour les sites Inselberg et Pararé pour l'espèce <i>Atelopus flavescens</i> en utilisant le protocole 1 pour les 2 types de détection (A - Audio et V - Visuel). (en bas) Probabilités de détection en fonction des années pour le site du Mont Grand Matoury en utilisant le protocole 4 pour les 2 types de détection.	25
Figure 21 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95) pour <i>Atelopus flavescens</i> sur les 4 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle en haut et auditive en bas.....	26
Figure 22 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95) pour <i>Atelopus flavescens</i> sur les 4 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle en haut et auditive en bas.....	27
Figure 23 - Probabilités d'occupation estimées en « Site occupancy » en haut et effectifs estimés en « N-mixture » en bas pour <i>Atelopus flavescens</i> sur le site du Mont Grand Matoury en utilisant la détection auditive et la détection visuelle.....	28
Figure 24 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95) pour <i>Rhinella</i> sp. sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.	29
Figure 25 - Effectifs estimés par « N-mixture » (avec IC95) pour <i>Rhinella</i> sp. sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.	29
Figure 26 - Taux de croissance annuel pour les sites de Trésor, Pararé et Inselberg et du Mont Gtand Matoury. Un taux de croissance négatif indique un déclin des effectifs, un taux de croissance positif indique à l'inverse une augmentation des effectifs. Si l'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas la valeur 0, cette tendance est significative.....	30

Contexte

Une étude réalisée sur huit espèces d'amphibiens diurnes à la station des Nouragues en 2011 testait trois méthodes d'analyse pour suivre les tendances de populations d'amphibiens diurnes forestiers en Guyane Française, à savoir le Capture-Marquage-Recapture (« **CMR** »), le « **Site occupancy** » et le « **N-mixture** » (Courtois *et al.* 2013). Cette étude a montré que les trois méthodes étaient complémentaires et devaient être choisies en fonction des espèces ciblées. En parallèle, la RNN du Mont Grand Matoury a initié en 2013 un suivi spécifique centré sur l'espèce *Atelopus flavescens* par « **Site occupancy** » et « **N-mixture** ». En 2018, sur l'impulsion de l'association Trésor, un test a également été proposé pour améliorer les méthodes de « **CMR** » sur l'espèce *Dendrobates tinctorius*. Suite à ces études, quatre protocoles de suivis centrés sur les amphibiens forestiers diurnes ont ainsi été proposés (voir détail dans **Protocoles de suivi utilisés**) :

- ➔ Protocole 1 : Un protocole de suivi par « **Site occupancy** » et « **N-mixture** » avec détection auditive et visuelle le long de transects et permettant d'inclure plusieurs espèces d'amphibiens forestiers diurnes.
- ➔ Protocole 2 : Un protocole de suivi le long de transect par « **CMR** » de l'espèce *Dendrobates tinctorius*, avec identification individuelle par photographie.
- ➔ Protocole 3 : Un protocole de suivi par « **CMR** » sur des parcelles de l'espèce *Dendrobates tinctorius*, avec identification individuelle par photographie.
- ➔ Protocole 4 : Un protocole de suivi par « **Site occupancy** » et « **N-mixture** » avec détection auditive et visuelle le long de transects centré sur l'espèce *Atelopus flavescens*.

Les objectifs de ces protocoles de suivi sont :

- ➔ Protocole 1 : Suivre l'évolution de la distribution géographique et de l'abondance moyenne des communautés d'amphibiens diurnes forestiers.
- ➔ Protocole 2 : Suivre l'évolution de la distribution géographique et de l'abondance des populations de *Dendrobates tinctorius* et coupler avec un suivi sanitaire des populations par échantillonnage du champignon pathogène *Batrachochytrium dendrobatidis* par frottis cutané.
- ➔ Protocole 3 : Suivre l'abondance de *Dendrobates tinctorius* dans le cœur de son aire de répartition et coupler avec un suivi sanitaire des populations par échantillonnage du champignon pathogène *Batrachochytrium dendrobatidis* par frottis cutané.
- ➔ Protocole 4 : Suivre l'évolution de la distribution géographique et de l'abondance moyenne de l'espèce *Atelopus flavescens* dans et hors de son habitat de reproduction (petite crique forestière)

Depuis 2012, ces quatre protocoles ont été implémentés de manière disparate au sein de plusieurs espaces naturels forestiers de Guyane (Figure 1, Figure 2). **Une première analyse de ces données a été réalisée en 2018** par le CEFE de Montpellier sur une demande du CEN Guyane (Astruc & Besnard 2018).

Les analyses menées à l'époque sur les données du protocole 1 (comptages répétés) pour l'ensemble des espèces ont amené à la conclusion que : « *Le protocole de suivi de 50 transects en multi-espèce analysé en site occupancy **semble bien adapté pour suivre les tendances de distributions des espèces**. L'analyse par la méthode du N-mixture dynamique par transect de 50 mètres a été testé mais en raison d'un grand nombre de zéro dans le jeu de données et de trop petits effectifs à l'échelle du transect, elle n'a pas été retenue, mais **les analyses en regroupant les transects en un seul donne des résultats cohérents avec la biologie de ces espèces** (et les données brutes). Cette méthode d'analyse apparaît par contre peu sensible, puisque pour être significatif, les taux de croissance doivent être globalement de 15% par an ce qui est très fort en termes de déclin ou de croissance pour une espèce. Ceci est lié aux très fortes variations interannuelles des effectifs.* ».

Les analyses menées sur les protocoles 2 et 3 (CMR sur *Dendrobates tinctorius* linéaire et parcelles) menaient à la conclusion que : « *De manière générale, le nombre de captures annuel est faible, on a donc affaire à de petits effectifs par réserve, ce qui n'est pas optimal pour l'utilisation de la méthode de CMR [...]. **Le protocole utilisé sur Trésor en 2018 de CMR sur des placettes semble plus adapté à l'hypothèse de la méthode de CMR de l'utilisation d'un système fermé. Ce protocole semble bien adapté pour répondre à la question de l'effectif de Dendrobates tinctorius sur la zone**, mais le très faible nombre de placettes n'est pas représentatif de l'ensemble de la réserve. Il faudrait augmenter le nombre de placettes suivies si l'on veut obtenir des résultats extrapolables à l'ensemble de la réserve. **Dans le seul cadre d'un suivi des tendances de populations de dendrobates, nous ne recommandons donc pas la poursuite du protocole de CMR au vu de la faible fiabilité des estimations.** Même si le protocole initial n'avait pas pour but d'analyser les données avec les méthodes basées sur les comptages répétés, nous avons **testé l'utilisation des modèles autorégressifs** sur les effectifs logtransformés. [...]. **L'optimisation du nombre et de la fréquence des passages est à déterminer par les degrés de précision et le temps de réponse voulus.** Les simulations effectuées montrent que l'on perd en précision en passant de 15 passages par an à 10 passages par an, **nous recommandons donc un minimum de 15 passages par an. Concernant la fréquence du suivi, si le but est d'avoir des tendances des populations sur 20 ans, un suivi tous les 2 ans suffira**, si l'on veut des réponses au bout de 5 à 10 ans, un suivi annuel sera nécessaire. Un plan d'échantillonnage cohérent devra également être réfléchi avec l'ensemble les partenaires, car à part sur le site de Nouragues où un réseau de layons est déjà ouvert et parcourt*

l'ensemble de la zone, il existe dans les autres réserves un manque de représentativité de l'ensemble de l'habitat potentiel de l'espèce au sein des réserves. »

Les analyses menées sur le protocole 4 concluaient : « L'espèce a un fort taux d'occupation des transects, avec une probabilité d'occupation des transects entre 0.75 et 0.80 avec des intervalles de confiance relativement précis. Les estimations d'abondance de l'espèce sont également élevées, avec des estimations d'effectifs estimés entre 150 et 200 individus selon les années, mais avec des intervalles de confiance plus larges, de même que ceux du taux de croissance annuel qui ne permet pas de dégager une tendance de la dynamique de la population. Nous ne recommandons pas dans ce cadre-là de diminuer le nombre de transects suivis. La probabilité de détection de l'espèce est estimée 0.53 [0.46-0.61], ce qui sous-entend que quatre passages par an seraient nécessaires pour être sûr à 95% de trouver l'espèce lorsqu'elle est présente sur un transect ($(1-0.53)^4=0.04$ soit 4% de chance de rater un individu présent au bout de 4 passages). **Nous recommandons donc de poursuivre ce suivi, avec au minimum quatre passages par an sur la totalité des 56 transects.** »

Suite à cette analyse, les gestionnaires des espaces protégés ont pris la décision de conserver ou non ces suivis en fonction des contraintes particulières de leurs site (Figure 2). Le présent rapport reprend les analyses menées en 2018 en y ajoutant, lorsque cela était possible, les données récoltées entre 2018 et 2023.

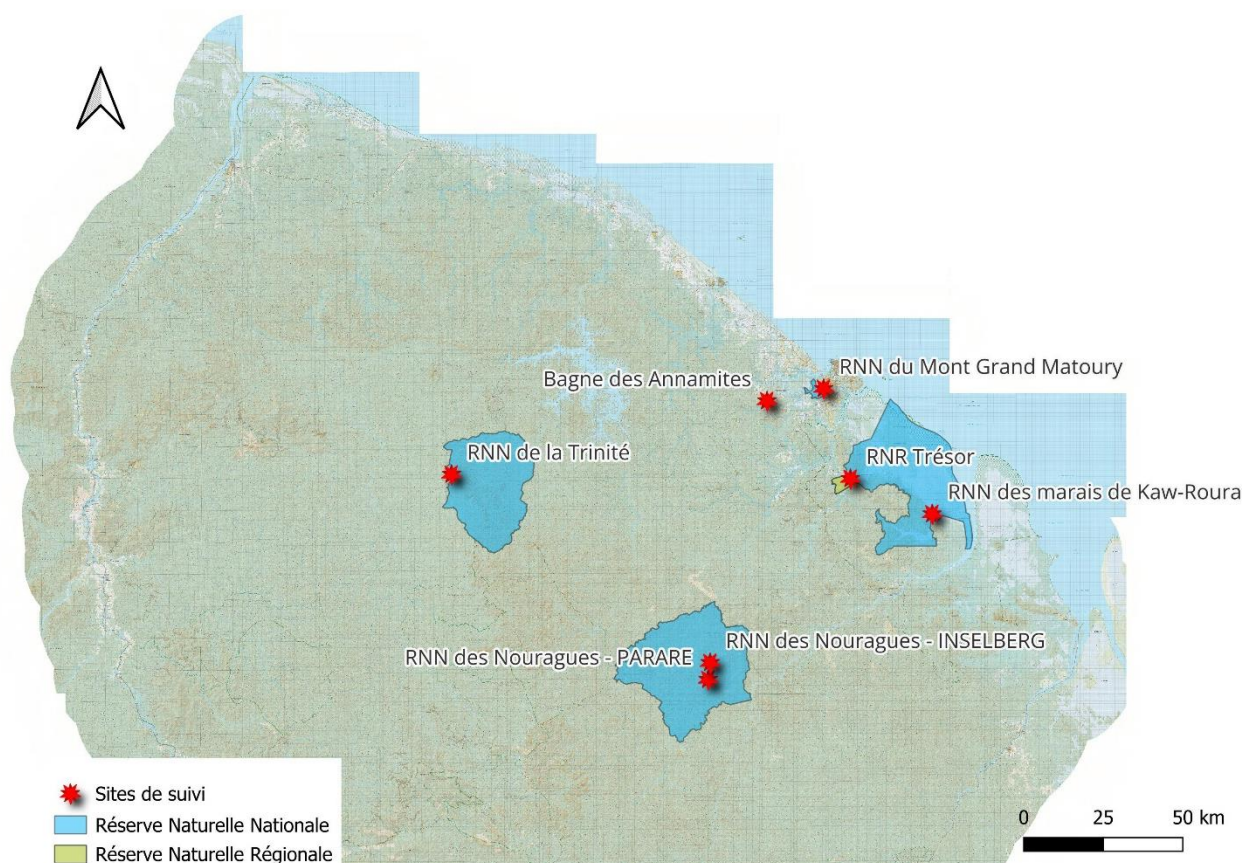


Figure 1 - Localisation des sites suivis.

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Protocole 1: Comptages répétés transects	RNR Trésor			x	x	x	x	x	x		x		x	
	RNN des Nouragues			x	x	x	x	x	x			x		
	RNN du Mont Grand Matoury													
	RNN des marais de Kaw-Roura													
	RNN de la Trinité													
	Bagne des Anamites									x	x		x	
Protocole 2: CMR <i>D. tinctorius</i> linéaire	RNR Trésor	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	
	RNN des Nouragues	x	x	x	x	x	x	x	x					
	RNN du Mont Grand Matoury		x	x	x	x	x	x						
	RNN des marais de Kaw-Roura		x	x	x	x	x	x						
	RNN de la Trinité			x	x	x	x	x	x	x	x			
	Bagne des Anamites													
Protocole 3 : CMR <i>D. tinctorius</i> Quadrats	RNR Trésor							x	x		x		x	
	RNN des Nouragues										x		x	
	RNN du Mont Grand Matoury													
	RNN des marais de Kaw-Roura											x		
	RNN de la Trinité													
	Bagne des Anamites													
Protocole 4 : <i>A. flavescens</i> transects	RNR Trésor													
	RNN des Nouragues													
	RNN du Mont Grand Matoury	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	RNN des marais de Kaw-Roura													
	RNN de la Trinité													
	Bagne des Anamites													
		x	Données OK											
		x	Données analysées en 2018 & non réanalysées											
		x	Données manquantes ou incomplètes											

Figure 2 - Données récoltées par site et par protocole.

Protocoles de suivi utilisé

Protocole 1

Le protocole cible 9 espèces d'amphibiens forestiers diurnes (Figure 3). Il est basé sur des transects de 50 m disposés le plus aléatoirement possible sur les zones d'étude (Figure 4). En fonction des sites, entre 35 et 50 transects ont été définis. Ces transects sont parcourus 8 fois chaque année à 8 jours d'intervalle, le matin entre 8h et 12h et l'après-midi entre 14h et 18h, à une faible vitesse de parcours (~0.8 km/h). Sur le site de la réserve Trésor, 16 passages par an (1 passage le matin et 1 passage l'après-midi) ont été réalisés. L'observateur balaye du regard le sol, la litière et les micro-habitats (branches, lianes, troncs...) sur une bande de 1 m de part et d'autre du transect et note la détection visuelle de l'ensemble des individus des espèces cibles (Figure 3).



Figure 3 - Espèces concernées par ce suivi. De haut en bas et de gauche à droite : *Allobates femoralis*, *Allobates granti*, *Anomaloglossus baeobatrachus*, *Ameerega hahneli*, *Dendrobates tinctorius*, *Atelopus flavescens*, *Rhinella margaritifera*, *Rhinella castaneotica* et *Rhinella lescurei*.

Les individus des espèces (*Allobates femoralis*, *Ameerega hahneli*, *Allobates granti* et *Anomaloglossus baeobatrachus*) pouvant être détecté par leur chant (détection auditive) dans une bande de 15 à 20m de part et d'autre du transect sont notés en détection auditive. Lors de chaque observation d'individus, plusieurs variables sont notées : Date (date de l'occasion de capture), M/AM (parcours du matin ou de l'après-midi), Heure (Heure de capture de chaque individu), Localisation (point GPS de la capture).

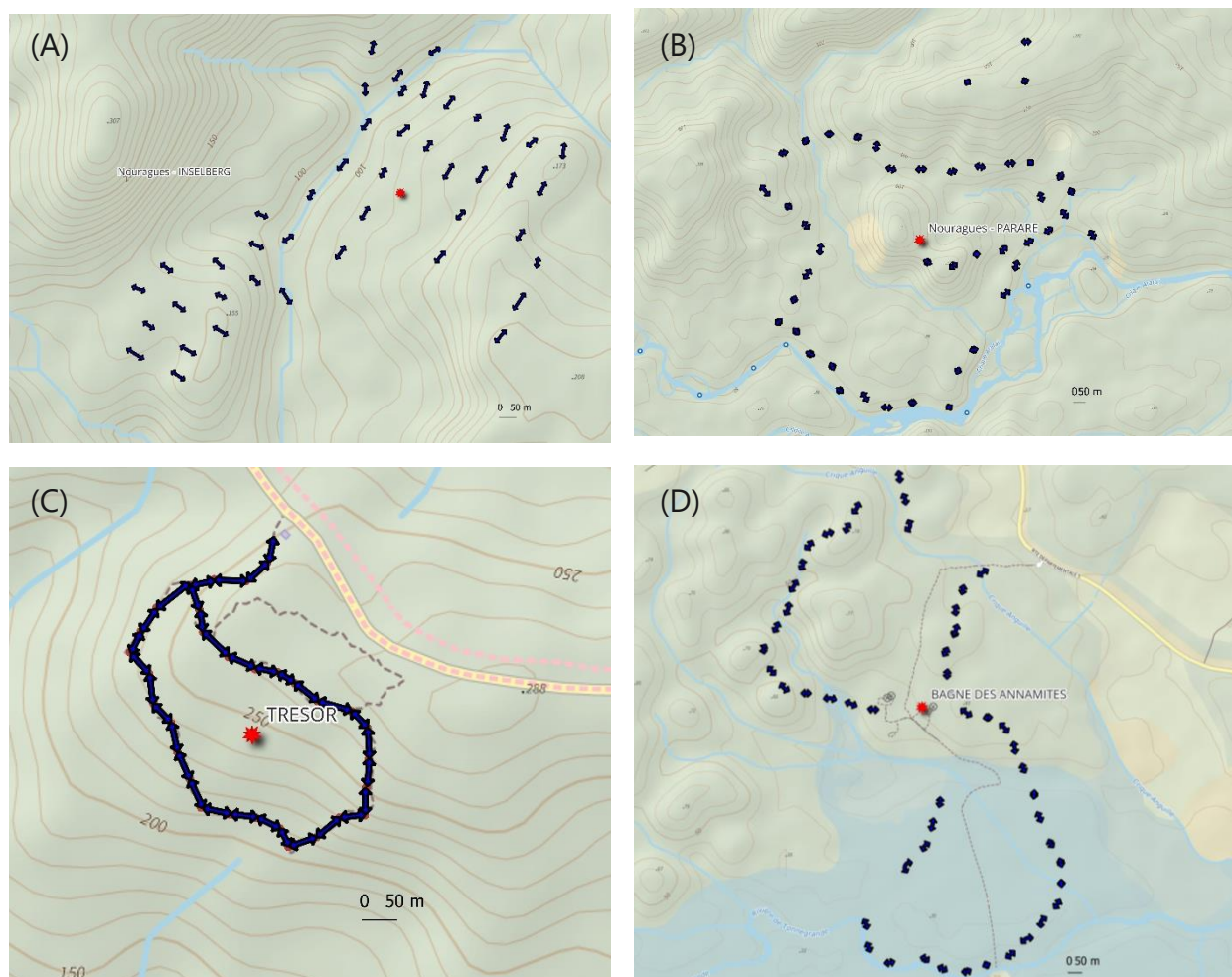


Figure 4 - Localisation des transects sur les sites de suivi. (A) 44 transects définis sur le site Nouragues Inselberg, (B) 44 transects définis sur le site Nouragues Pararé, (C) 35 transects définis sur le site Trésor et 50 transects définis sur le site du Bagne des Annamites.

Protocole 2

Pour chacun des sites, des transects de suivi avaient été définis. Le protocole incluait une session de suivi par an au début de la saison des pluies (entre janvier et mars) entre 8 et 10 jours. Au cours de cette session de suivi, les transects étaient parcourus entre 15 et 20 fois consécutives avec un passage le matin et un passage l'après-midi. Pour plus de détails sur ce protocole se référer à Astruc & Besnard (2018).

Protocole 3

Trois parcelles de 16 m * 100 m sont matérialisées au sein du noyau de population de l'espèce sur le site. Tous les 2 ans, 8 sessions de captures sont réalisées sur une durée de 4 jours (2 passages par jour sur chacune des parcelles). Une session de capture implique la présence de 4

personnes qui parcourent la parcelle en détectant, identifiant par photo et échantillonnant par frottis cutanés tous les individus de *Dendrobates tinctorius*.

Protocole 4

Ce protocole a été dimensionné et déployé sur le site du Mont Grand Matoury qui représente la localité type de l'espèce *Atelopus flavescens*. La population d'*Atelopus flavescens* de la réserve du MGM présente une densité remarquable sur la réserve et semble à priori aujourd'hui isolée des autres populations de l'espèce. Le protocole spécifique à cette espèce implique de disposer des transects dans les habitats de reproduction de l'espèce (proche des cours d'eau) ainsi que dans les habitats fréquentés par l'espèce hors reproduction (monts). Ainsi, 53 transects de 50 mètres ont été retenus dans 4 secteurs différents de la réserve naturelle du Mont Grand Matoury (Figure 5). Les transects sont espacés d'environ 100 mètres. Sur chaque secteur, des transects se situent le long de criques, et d'autres en forêt de pentes ou sur des terrains plats plus éloignés des cours d'eau. Les transects de chaque secteur sont parcourus à quatre reprises entre Juin et Juillet. L'observateur se déplace à vitesse constante, parcourant ainsi chaque transect en 5 minutes. Les observations des *Atelopus flavescens* se font de manière visuelle (à une distance maximum d'environ 1m du transect) et auditive (mâles chanteurs à une distance maximum d'environ 15m du transect).

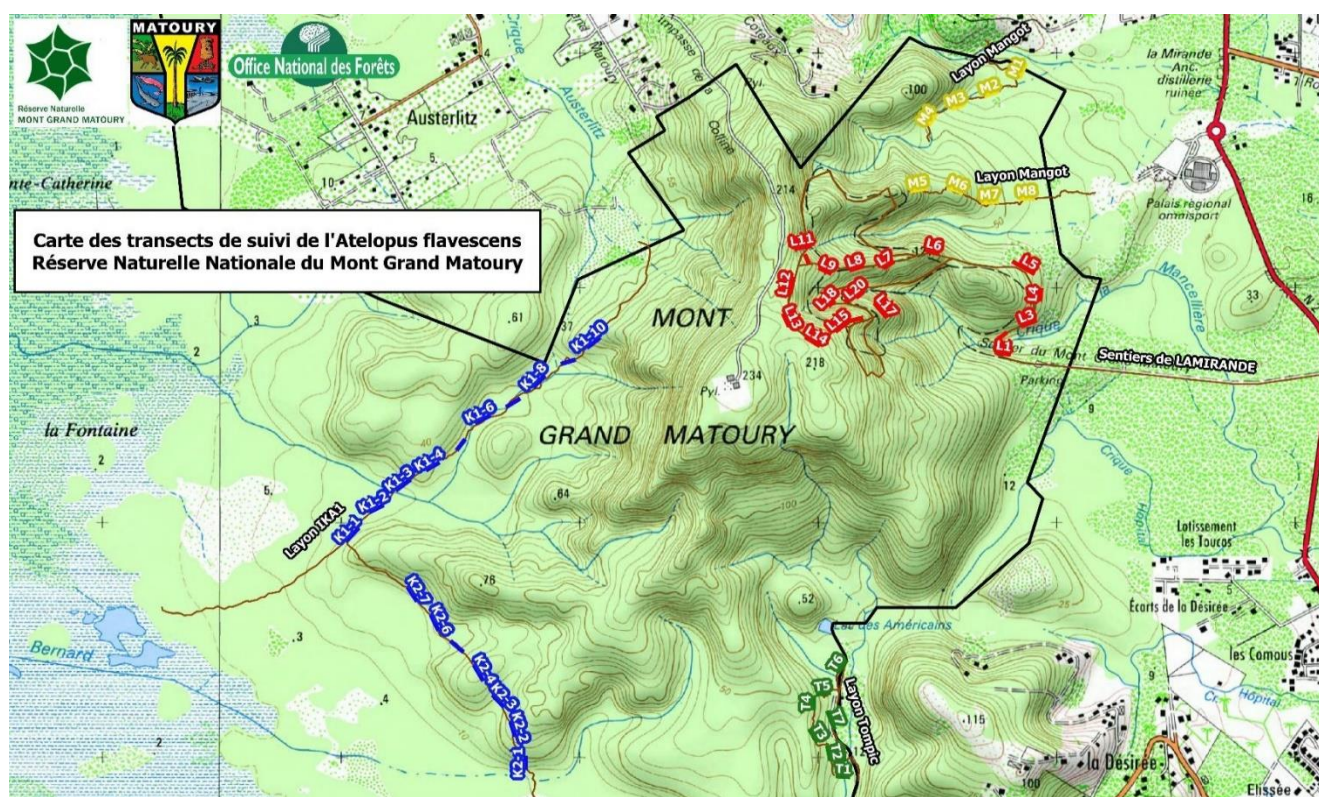


Figure 5 - Carte des transects utilisés pour le suivi d'*Atelopus flavescens* sur la réserve du Mont Grand Matoury par secteurs : Lamirande en rouge (Transects L1 à L20), Mangot et Tompic en jaune (Transects M1 à M8 et T1 à T8), IKA en bleu (K1-1 à K1-10 et K2-1 à K2-7).

Analyse des données

L'ensemble des analyses ont été conduites sous le logiciel R 4.3.2 en utilisant les package 'unmarked' (Fiske & Chandler 2011) et Rmark (Laake 2013). L'identification à l'espèce des espèces du genre *Rhinella* n'étant souvent pas évidente sur le terrain, une forte proportion d'individus étaient identifiées au genre dans le jeu de données (*Rhinella* sp.). Nous avons donc décidé de faire les analyses au niveau du genre. Au total, 9231 contacts audio ou visuel ont été utilisés dans les analyses (Annexe 1). Pour chaque espèce, en fonction du nombre de contacts (Annexe 1), la méthode de détection la plus appropriée a été retenue (**détection auditive** pour *A. femoralis*, *A. baobatrachus*, *A. granti* et *A. hahneli* et **détection visuelle** pour *D. tinctorius* et *Rhinella* sp.). Pour *Atelopus flavescens*, les contacts au niveau du site Trésor sont essentiellement visuels tandis qu'ils sont principalement auditifs pour les sites Inselberg, Pararé et Bagne des Annamites (Annexe 1). Nous avons donc utilisé les données de détection auditive pour *A. flavescens* sur les sites Inselberg, Pararé et Bagne des Annamites et les données visuelles pour le site Trésor. Pour l'espèce *Dendrobates tinctorius*, nous avons également inclus lorsque cela était possible, les résultats des analyses par « **CMR** ».

Analyse en « **Site occupancy dynamique** »

Les méthodes de « **Site occupancy** » (MacKenzie *et al.* 2002) s'intéressent à la **distribution spatiale** d'une espèce et à son éventuelle contraction ou expansion. Elles estiment la probabilité de présence de l'espèce sur un ensemble de sites en partant du principe que la probabilité de détection de l'espèce est inférieure à 1. Elles supposent des **passages répétés sur plusieurs sites**, et dans le cas du « **Site occupancy dynamique** » (Mackenzie *et al.* 2009) emboîte deux échelles de temps : la première (sessions secondaires) au sein d'une même saison, avec l'hypothèse qu'il n'y a pas de colonisation/extinction sur les sites échantillonnés au sein de la saison (sites fermés), et une deuxième échelle temporelle inter-annuelle (sessions primaires), qui accepte de fait une ouverture des sites, et qui va permettre d'estimer simultanément les taux d'occupation et de détection sur un site lors d'un passage, mais aussi les taux de colonisation et d'extinction sur les sites. Nous avons utilisé cette approche et testé pour chaque espèce 8 modèles différents, avec l'effet de l'année sous forme catégorielle sur la probabilité de colonisation, d'extinction et de détection en plus du modèle constant. Le meilleur des 8 modèles (sur critère de l'AIC) a été utilisé pour **l'estimation des probabilités d'occupation annuelle des transects de suivis**. Pour les sites de Trésor, Inselberg et Pararé, le modèle possédant l'AIC le plus faible (avec une différence d'AIC supérieure à 2 avec le modèle précédant si celui-ci implique moins de paramètre) a été retenu pour chaque espèce (Annexe 1, 2 et 3). Les paramètres (psi – probabilité d'occupation / gam – probabilité de colonisation / eps – probabilité d'extinction / p – probabilité de détection) peuvent être soit constant (.) soit varier de manière

catégorielle avec l'année (Yfac). Pour chaque site et chaque espèce, le modèle retenu a été utilisé pour estimer la probabilité d'occupation entre 2013 et 2023.

Pour le site du Bagne des Annamites où seulement trois années de suivi étaient disponibles, nous avons décidé d'utiliser le modèle nul (paramètres constants) pour toutes les espèces.

Analyse en « *N-mixture dynamique* »

Cette méthode nécessite de réaliser **plusieurs visites sur plusieurs sites**, mais n'implique pas une reconnaissance individuelle des animaux. Elle s'appuie uniquement sur le **nombre d'individus contactés à chaque passage et sur la variabilité de ces comptages** (Royle 2004). Comme pour le « *Site occupancy dynamique* », deux échelles de temps sont s'emboîtées, avec l'hypothèse de populations fermées (pas de naissance, de mort, ni de phénomènes d'émigration-immigration) entre les comptages répétés (sessions secondaires), mais en populations ouvertes d'une année de comptage à l'autre (sessions primaires) (Kéry *et al.* 2005). Cette méthode **permet d'estimer un taux de croissance annuel de la population** (Hostetler & Chandler 2015). Au vu du des faibles effectifs par sous-transect, nous avons pris le parti dans cette analyse de considérer les passages comme des répliques et de sommer l'ensemble des sous-transects comme proposé par Astruc et Besnard (2018). Nous avons forcé les modèles testés à avoir un taux de croissance de la population constant durant toute la période d'étude. Si ce taux est négatif (la valeur estimée moyenne et ses intervalles de confiance), cela suggère un déclin de la population étudiée, s'il est positif un accroissement. Si l'intervalle de confiance inclut la valeur 0, cela signifie que la population est considérée comme stable.

Analyse en « **CMR** »

L'utilisation de modèles de type « *Capture-Marquage-Recapture* » (« **CMR** ») en population fermée permet d'estimer la taille d'une population échantillonnée à plusieurs dates au cours d'une même saison de reproduction. Ces modèles posent l'hypothèse d'une survie locale de 100% au cours de la saison (pas de mortalité, pas d'émigration), qu'il n'y a pas non plus de recrutement local (pas de natalité, pas d'immigration) et que la zone est prospectée de manière homogène au cours des sessions de capture. La méthode ne contraint pas à avoir des sessions homogènes en termes d'effort de capture, cette variation de l'effort pouvant être modélisée. Lorsque plusieurs années de suivi sont disponibles avec cette méthode, on peut utiliser des modèles de type « *Robust design* » qui emboîtent deux échelles temporelles. Les sessions dites secondaires au cours d'une saison (considérées comme fermées), et les sessions primaires (dans notre cas les années, considérées comme ouvertes), permettent une analyse du jeu de données complet (donc sur plusieurs années). Ces modèles permettent une estimation de la survie, de la probabilité de capture et de recapture et des effectifs annuels.

Résultats par espèce

Allobates femoralis

Sur les sites de Trésor, Pararé et Inselberg, le meilleur modèle en « **Site occupancy** » pour cette espèce était le modèle intégrant un effet de **l'année sur la probabilité de détection** (Annexe 2, 3 et 4). Pour le site du Bagne des Annamites, le modèle nul a été utilisé. La probabilité de détection de l'espèce est globalement forte varie entre 0.11 [IC95% : 0.07-0.15] à Inselberg en 2016 et 0.59 [IC95% : 0.52-0.64] à Trésor en 2021 (Figure 6). Les variations interannuelles dans les probabilités de détection sont très probablement expliquées par les variations macro-climatiques (intensité, périodicité de la saison des pluies). On voit ainsi que les probabilités de détection à Inselberg et Pararé suivent globalement le même patron ce qui s'explique par la proximité des sites et des périodes de suivi. L'espèce présente **une forte probabilité d'occupation** sur l'ensemble des sites suivis (Figure 7) avec une dynamique d'occupation des sites globalement **stable**. La diminution de la probabilité d'occupation des sites qui avait été détectée en 2018 par l'analyse du CEFE (Astruc & Besnard 2018) ne se confirme pas lors des suivis de 2019 et 2022 où l'espèce présente un taux d'occupation proche de 1 (Figure 7). Les effectifs sont également globalement stables sur l'ensemble des sites (Figure 8).

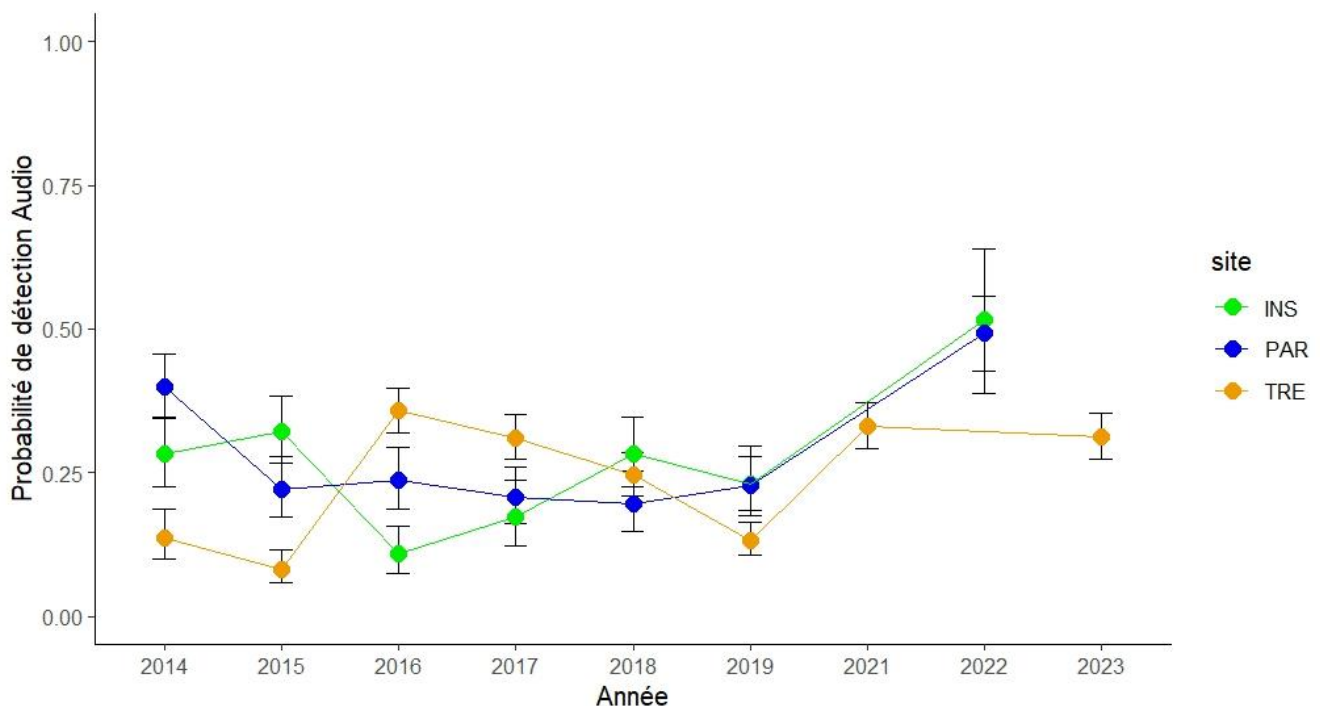


Figure 6 - Variation de la probabilité de détection estimée en « **Site occupancy** » d'*Allobates femoralis* par année (avec IC95) pour les 3 sites (INS – Inselberg, PAR – Pararé, TRE – Trésor) où le suivi est en place depuis 2014.

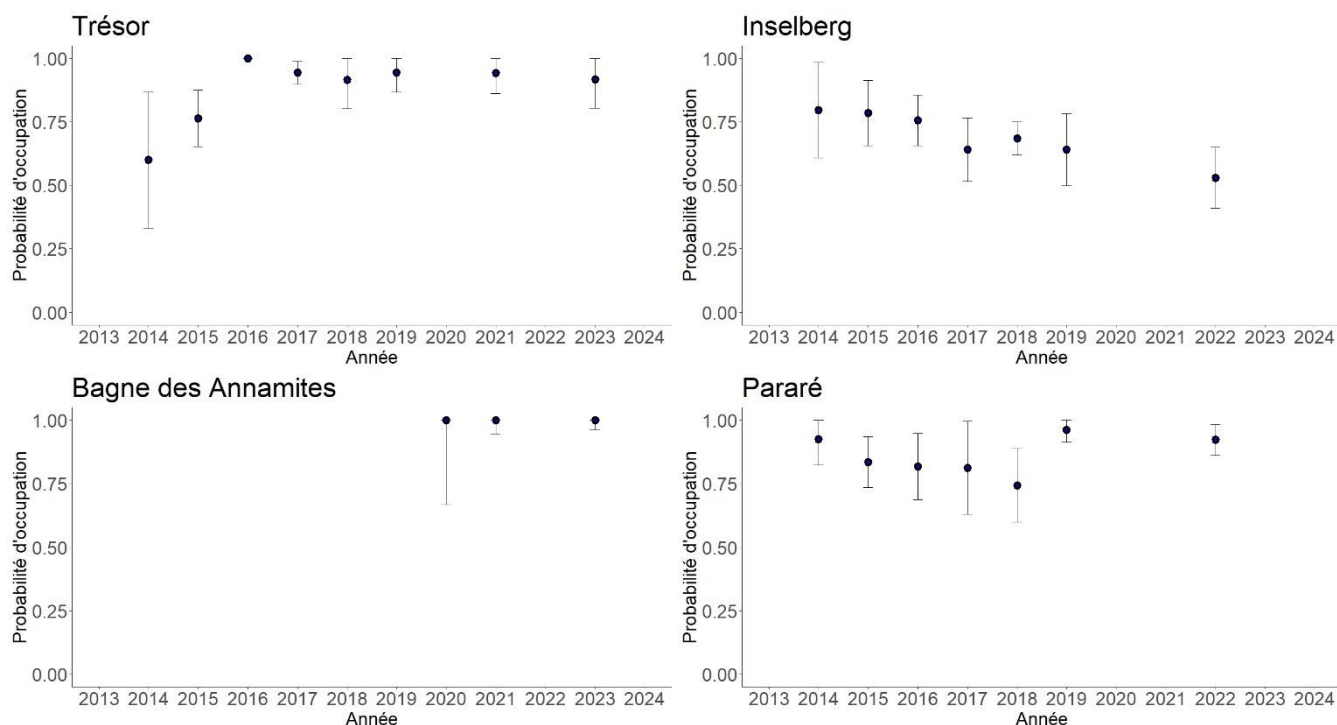


Figure 7 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « *Site occupancy* » (avec IC95%) d'*Allobates femoralis* sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

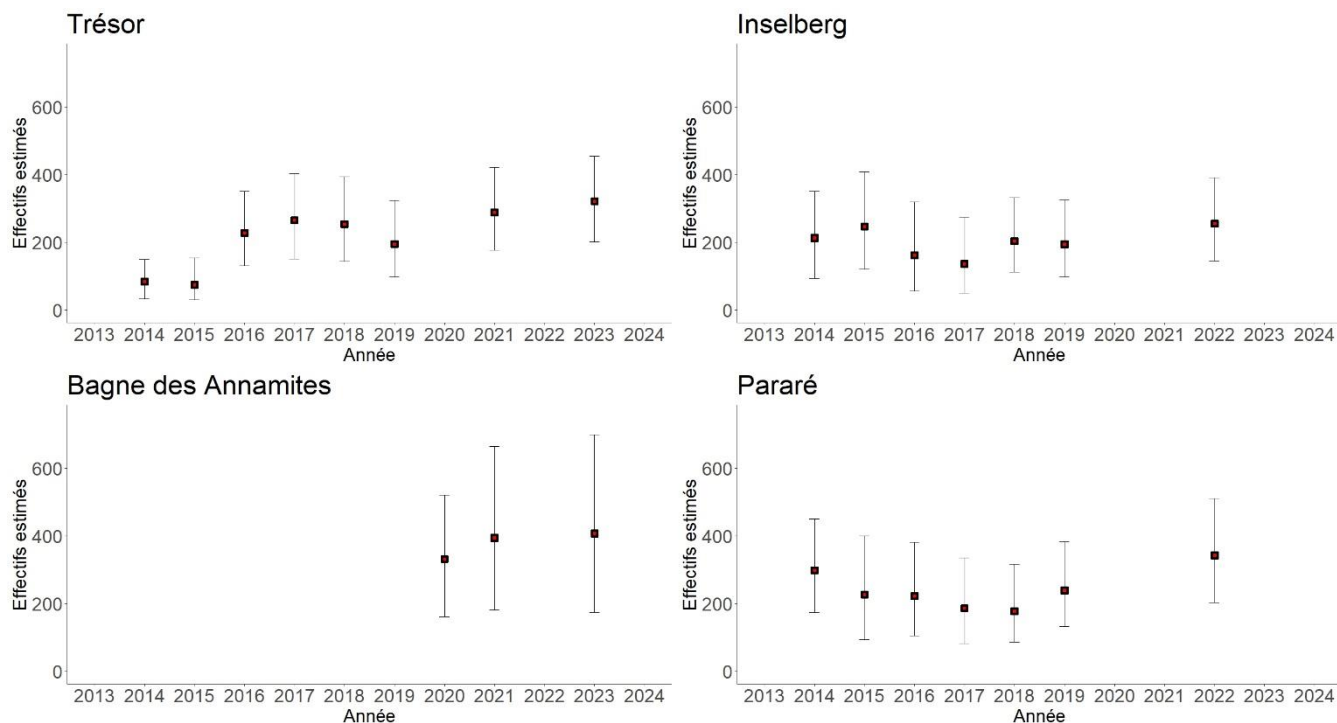


Figure 8 - Effectifs estimés par « *N-mixture* » (avec IC95%) d'*Allobates femoralis* sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

Anomaloglossus baeobatrachus

Sur les sites de Pararé et Inselberg, le meilleur modèle en « **Site occupancy** » pour cette espèce était le modèle intégrant **un effet de l'année sur la probabilité de détection et sur la probabilité de colonisation** (Annexe 3 et 4). Pour le site de Trésor, le meilleur modèle était celui intégrant un effet de l'année sur la probabilité de détection (Annexe 2). Néanmoins, ce modèle amenait à estimer des probabilités d'occupation incohérentes, lié à la seule observation de 2019 (dernier contact de l'espèce sur le site, Annexe 1). Pour le site Trésor, comme pour le site du Bagne des Annamites, le **modèle nul** a donc été utilisé. La probabilité de détection reste relativement faible pour cette espèce (0.12 [IC95% : 0.07 – 0.18] pour le site Trésor, 0.09 [IC95% : 0.06 – 0.12] pour le site du Bagne des Annamites et entre 0.05 [IC95% : 0.02 - 0.13] et 0.32 [IC95% : 0.24 - 0.41] pour les deux sites des Nouragues, Figure 9) en cohérence avec les études précédentes (Courtois *et al.* 2013; Astruc & Besnard 2018).

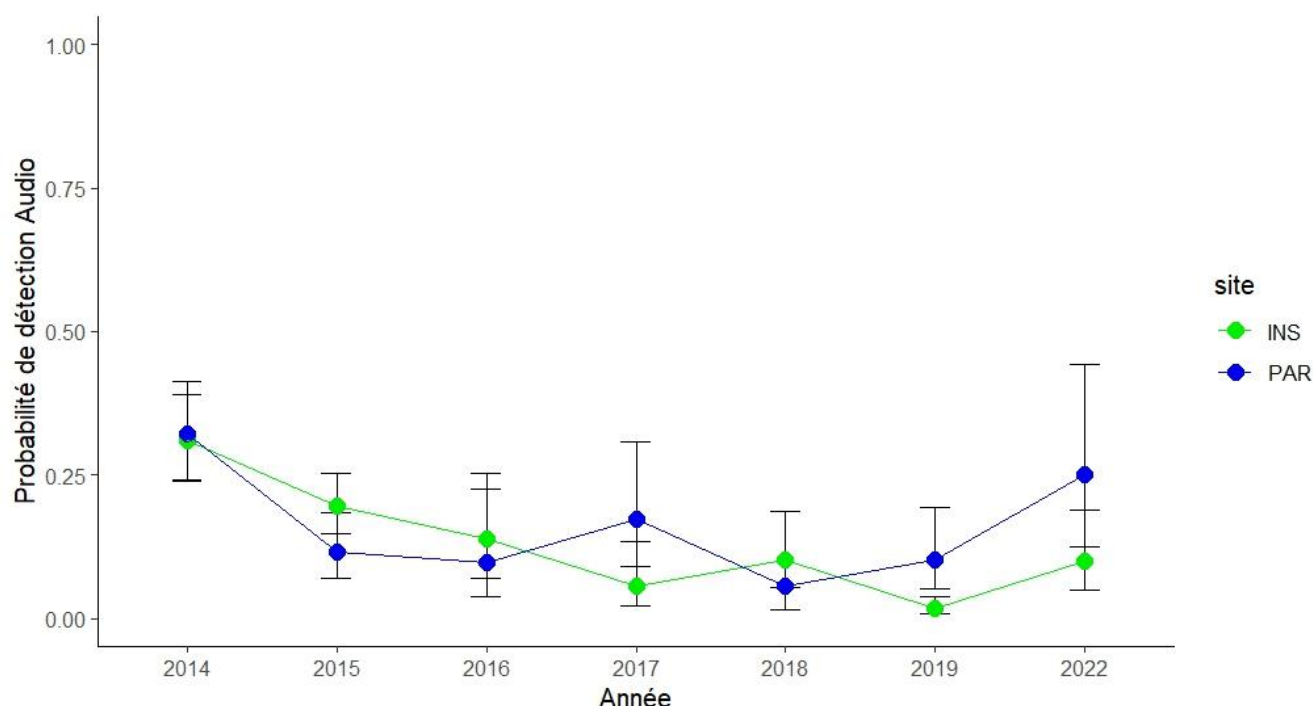


Figure 9 - Probabilité de détection auditive estimée en « **Site occupancy** » pour *Anomaloglossus baeobatrachus* entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).

Les tendances au déclin de cette espèce déjà évoqué par Astruc et Besnard (2018) semblent se confirmer. Sur le site de Trésor, la probabilité d'occupation ainsi que l'abondance moyenne de l'espèce atteignent 0 avec aucun contact de l'espèce sur les transects depuis 2018 (Figure 10, Figure 11). Les fréquents passages sur ce site par les agents de la réserve, même hors période de suivi, confirment la disparition locale de l'espèce sur le site suivi même si l'espèce n'a pas disparu totalement de la réserve. Sur les sites d'Inselberg et Pararé, la probabilité d'occupation des sites reste constante mais on détecte une diminution claire des effectifs estimés (Figure 10, Figure 11).

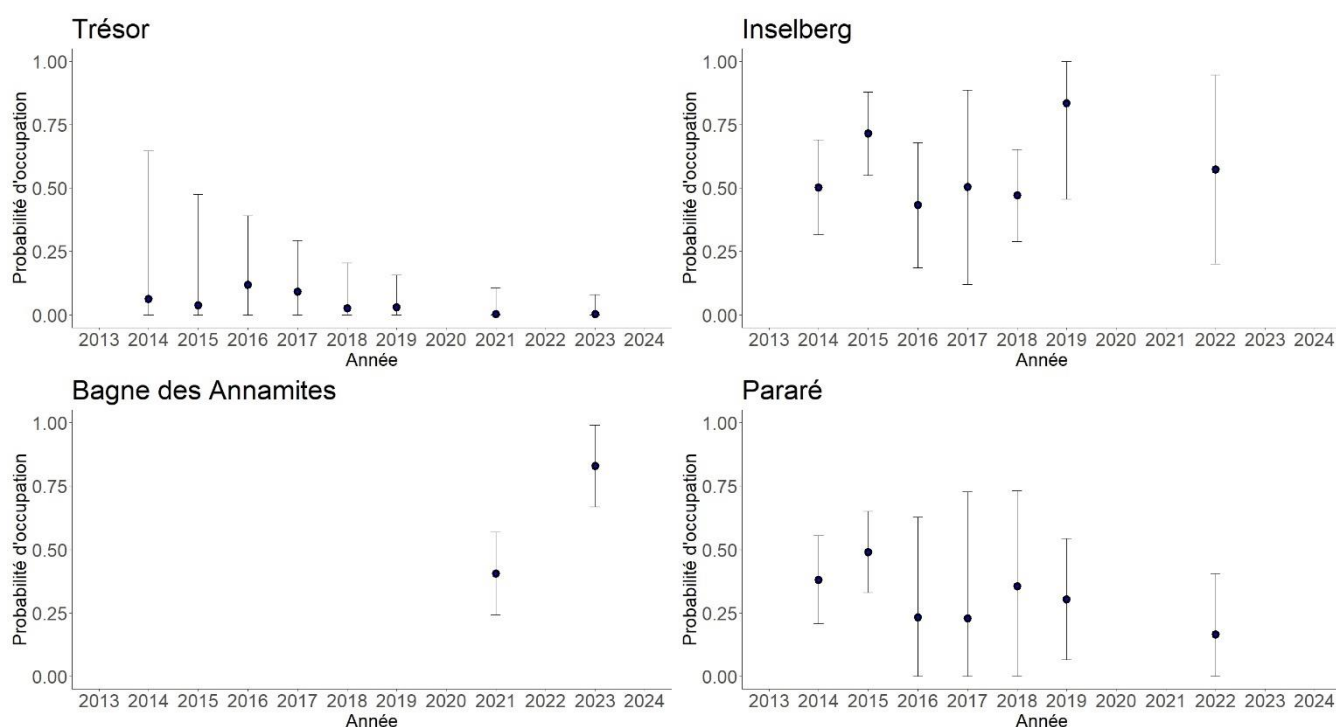


Figure 10 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « **Site occupancy** » (avec IC95%) d'*Anomaloglossus baobatrachus* sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

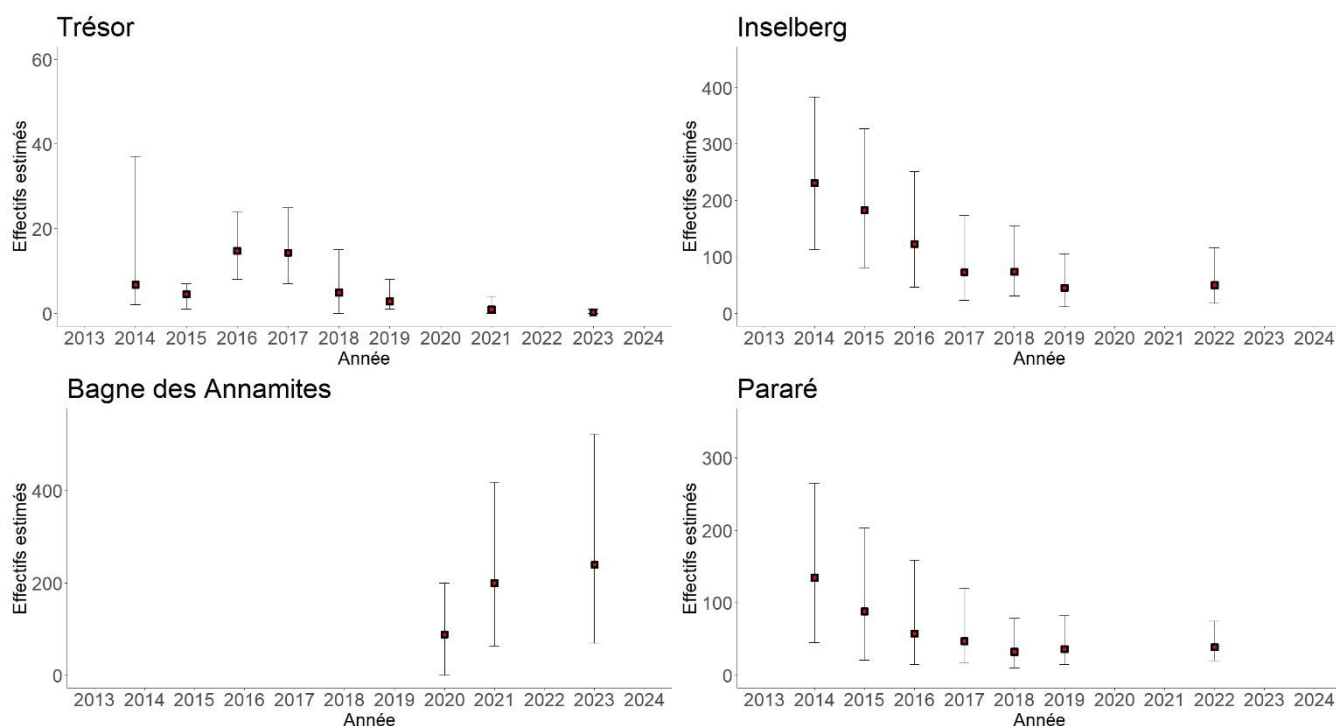


Figure 11 - Effectifs estimés par « **N-mixture** » (avec IC95%) d'*Anomaloglossus baobatrachus* sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

Allobates granti

Cette espèce n'est présente que sur les sites de Pararé et Inselberg. Sur le site Inselberg, le meilleur modèle en site occupancy pour cette espèce était le **modèle intégrant un effet de l'année sur la probabilité de détection et sur la probabilité de colonisation** (Annexe 3). Pour le site Pararé, seul **un effet de l'année sur la probabilité de détection** a été pris en compte (Annexe 4). La probabilité de détection de l'espèce sur le site Inselberg est très faible et a diminué de 0.31 [IC95% : 0.20 – 0.45] en 2014 pour arriver jusqu'à 0.04 [IC95% : 0.01-0.09] en 2022 (Figure 12). Sur le site de Pararé, la probabilité de détection varie annuellement en moyenne autour de 0.35 [IC95% : 0.28 – 0.42].

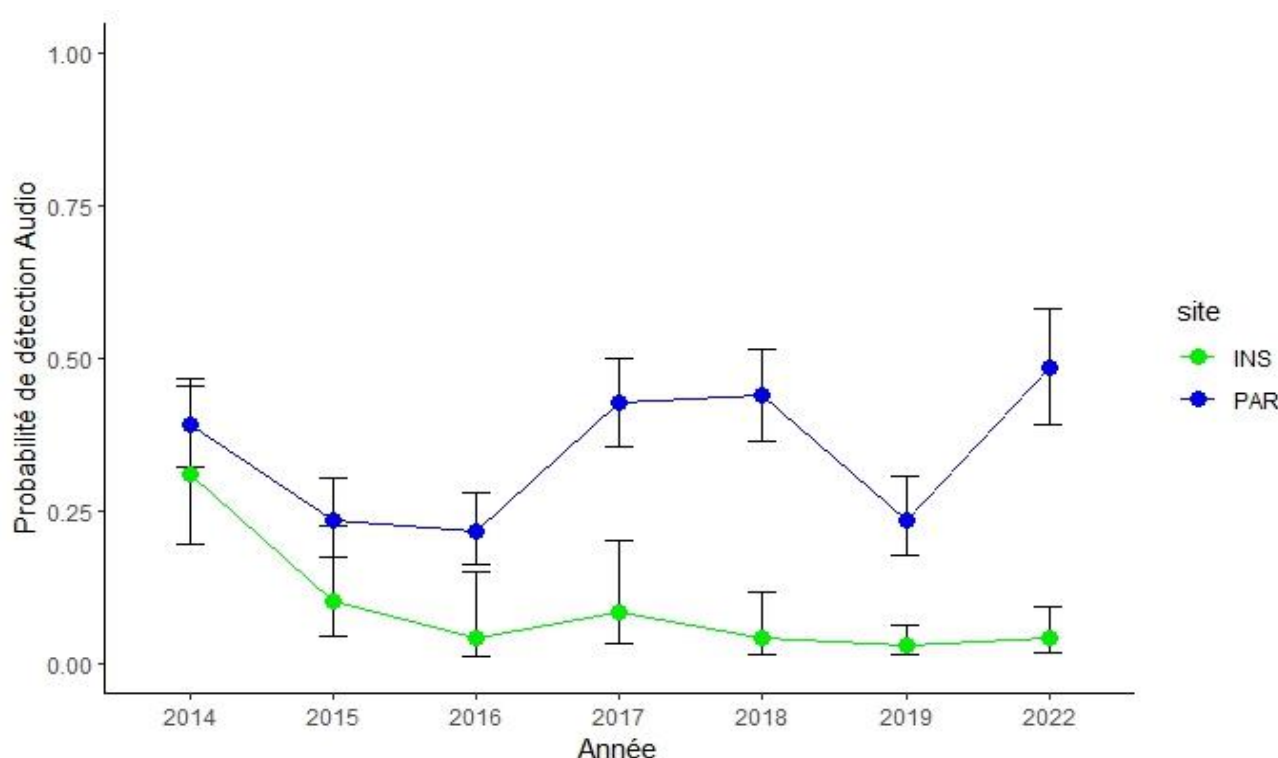


Figure 12 - Probabilité de détection auditive estimée en « Site occupancy » pour *Allobates granti* entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).

Le patron d'évolution des probabilités d'occupation de l'espèce sur le site Inselberg paraît relativement incohérent avec le passage d'une probabilité d'occupation faible estimée à 0.13 [0-0.4] jusqu'en 2017 puis une augmentation très forte et rapide jusqu'à atteindre une probabilité d'occupation du 0.97 [0.73-1] en 2022 (Figure 13) en incohérence avec l'occupation naïve (pourcentage de sites où l'espèce a été détectée au moins une fois) qui plafonne à 0.43 en 2022. La très faible probabilité de détection de l'espèce sur ce site depuis 2016 pourrait expliquer ce résultat. Cette espèce restant difficile à identifier au chant, on ne peut pas totalement exclure un effet observateur lors des derniers suivis. Une session de terrain avec l'ensemble des observateurs participants au suivi sur ce site pourrait permettre d'examiner un peu plus cette hypothèse. Sur le site de Pararé, la probabilité d'occupation comme l'effectif de l'espèce reste stable (Figure 13, Figure 14).

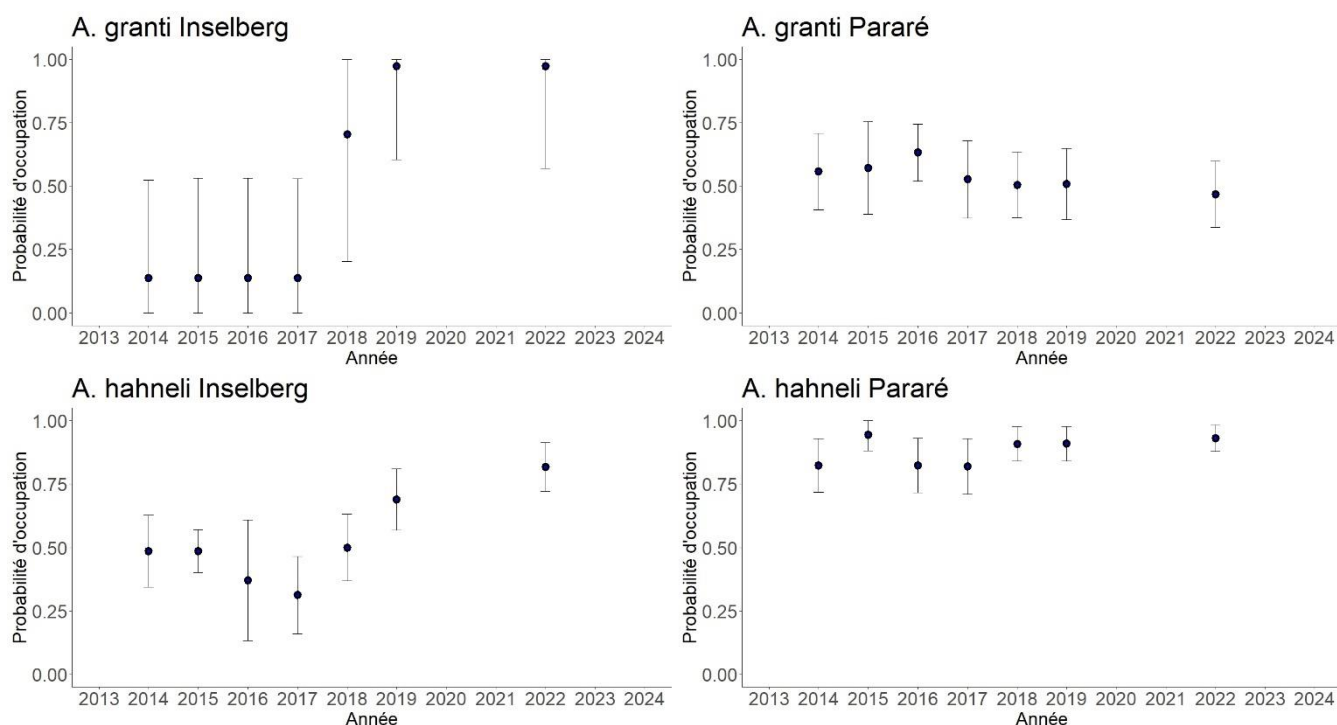


Figure 13 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « *Site occupancy* » (avec IC95%) d'*Allobates granti* et d'*Ameerega hahneli* sur les 2 sites où elles sont présentes entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

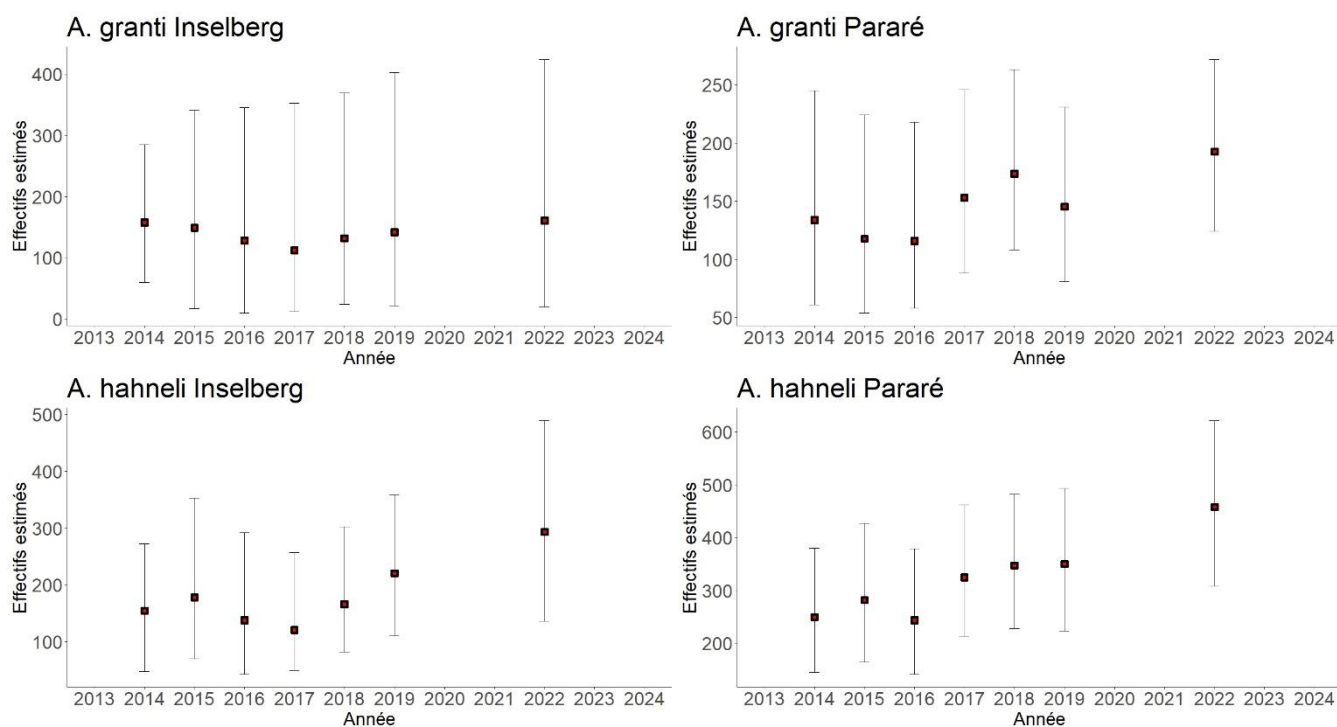


Figure 14 - Effectifs estimés par « *N-mixture* » (avec IC95%) d'*Allobates granti* et d'*Ameerega hahneli* sur les 2 sites où elles sont présentes entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection auditive.

Ameerega hahneli

Cette espèce n'est présente que sur les sites de Pararé et Inselberg. Sur le site Inselberg, le meilleur modèle en site occupancy pour cette espèce était le modèle intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de détection, sur la probabilité de colonisation et sur la probabilité d'extinction** (Annexe 3). Pour le site Pararé, seul un **effet de l'année sur la probabilité de détection et sur la probabilité de colonisation** a été pris en compte (Annexe 4). La probabilité de détection est relativement élevée en comparaison des autres espèces et elle est supérieure sur le site de Pararé (0.52 [IC95% : 0.46 – 0.57] en moyenne) en comparaison du site Inselberg (0.25 [IC95% : 0.18 – 0.33] en moyenne, Figure 15).

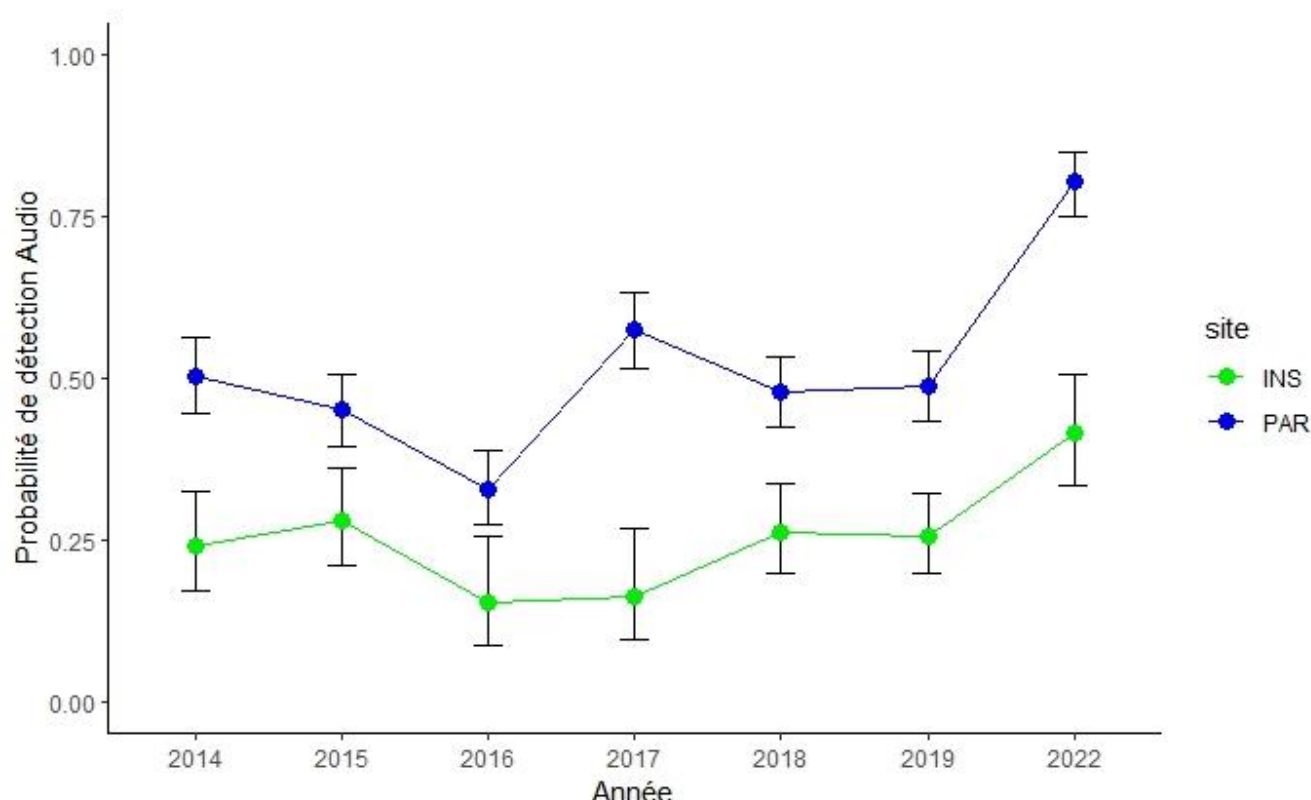


Figure 15 - Probabilité de détection auditive pour en « *Site occupancy* » pour *Ameerega hahneli* entre 2014 et 2023 sur les sites Inselberg (INS) et Pararé (PAR).

Cette espèce présente un taux d'occupation intermédiaire à Inselberg et fort à Pararé avec des variations interannuelles assez forte (Figure 13). Les effectifs sur les 2 sites sont relativement stables, voir en augmentation légère (Figure 14).

Dendrobates tinctorius

Les données issues du protocole 1 pour cette espèce ont été analysées pour les sites Trésor, Nouragues-Inselberg et Nouragues-Pararé. Pour le site Trésor, le modèle intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de détection** a été utilisé (Annexe 2) et sur les sites Inselberg et Pararé, le modèle nul a été utilisé (Annexe 3 et 4). La probabilité de détection de l'espèce est très faible sur tous les sites (0.03 [IC95% : 0.01 – 0.06] sur le site Inselberg, 0.04 [IC95% : 0.01 – 0.08] sur le site Pararé et en moyenne 0.07 [IC95% : 0.04 – 0.11] sur le site Trésor). Sur le site Inselberg, cette espèce a présenté un déclin continu autant dans la probabilité d'occupation que dans les effectifs estimés depuis 2014 (Figure 18, Figure 19). Malgré des variations interannuelles qui peuvent être importantes notamment sur le site de Trésor, la dynamique sur les 2 autres sites suivis (Pararé et Trésor) semble stable. A noter néanmoins que le nombre de contacts sur les sites d'Inselberg et Pararé est très faible (Annexe 1) et ces résultats sont donc à prendre avec précaution. D'autres part, seuls 8 passages par an sont disponibles sur ces 2 sites alors que 16 passages par an sont disponibles sur le site Trésor.

Les données du protocole 2 (suivi *D. tinctorius* par CMR sur des transects linéaires) n'ont pas été réanalysées. En effet, ce protocole n'a pas été poursuivi après 2018 suite à l'analyse des données (Astruc & Besnard 2018) sur la majorité des sites excepté sur le site de la Trinité. Néanmoins, n'ayant pas pu récupérer les données de ce site post 2018, elles ne sont pas présentées ici¹. Pour plus de détails sur les analyses, nous renvoyons au rapport cité et nous rappelons néanmoins ici les conclusions de ce protocole (Figure 16).

Tendances de la population entre la première et la dernière année de suivi

	CMR pop close	CMR Robust Design	Comptages répétés
Nouragues-Parare	Variations interannuelles	Variations interannuelles	Diminution
Nouragues-Inselberg	Variations interannuelles	Variations interannuelles	Diminution
RN Trésor	Variations interannuelles	Augmentation non significative	Stabilité
RN Trinité	?	Augmentation non significative	Diminution non significative
RN Kaw-Roura	Variations interannuelles	Diminution	Diminution
Mont Grand Matoury	Diminution non significative	Diminution non significative	Diminution

Figure 16 - Résultat de l'analyse par CMR et en comptages répétés réalisées par Astruc et Besnard (2018)

¹ Une analyse ultérieure de ces données pourra être réalisées si elles sont fournies.

Enfin concernant le protocole 3 (suivi *D. tinctorius* par CMR sur des parcelles), seul le site de Trésor a permis une analyse en « **CMR – robust design** » puisqu’au minimum 3 années sont nécessaires pour cette analyse. Le nombre d’années de suivi étant limité (4 années), nous avons décidé d’utiliser le modèle nul pour cette analyse. La probabilité de capture est estimée à 0.15 [IC95% : 0.13 – 0.17] et les effectifs estimés sont stables avec des variations interannuelles (Figure 17). La survie estimée est haute 0.97 [IC95% : 0.30-0.99] mais avec un large intervalle de confiance.

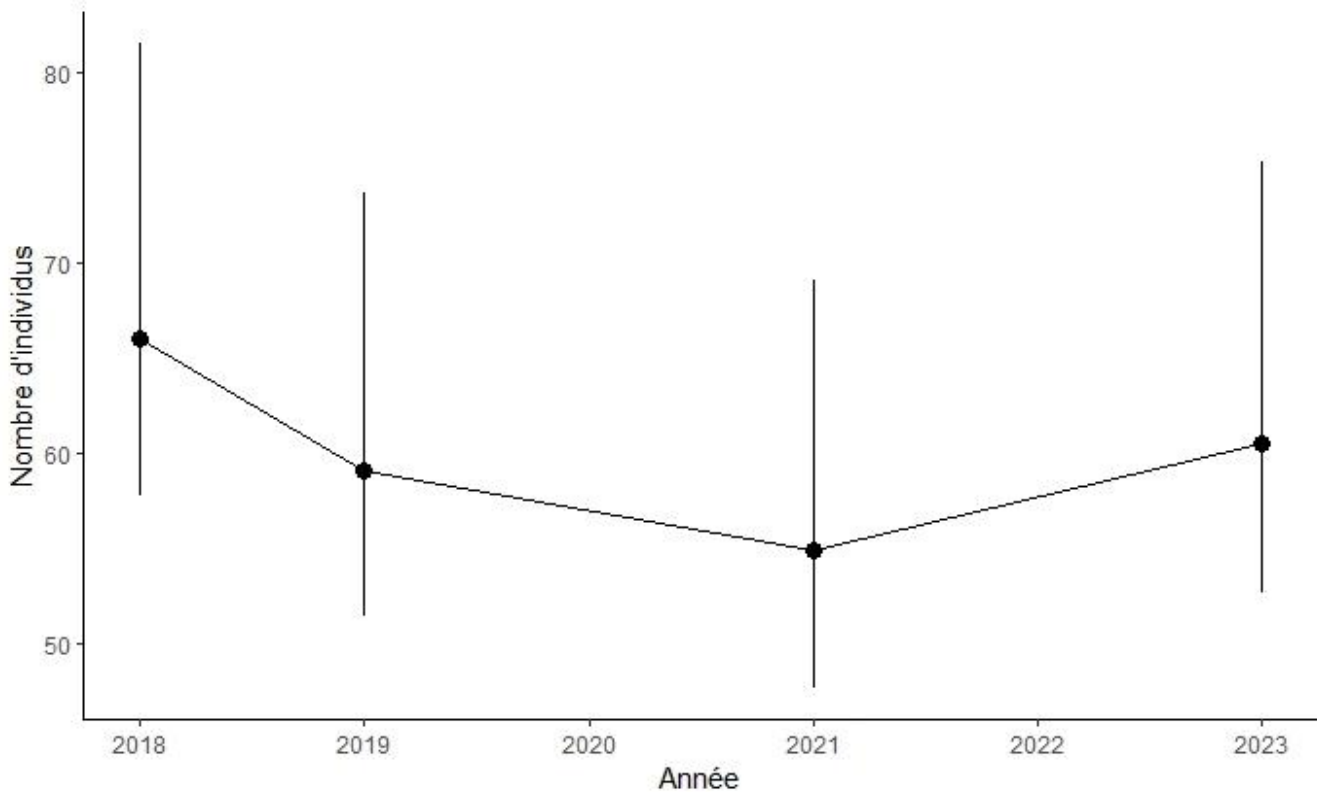


Figure 17 - Résultat de l'analyse en « **CMR - robust design** » pour *D. tinctorius* sur le site Trésor en utilisant les données issues des parcelles.

Pour les sites des Nouragues (Inselberg et Pararé), seules 2 années (2021 et 2023) étaient disponibles pour ce suivi. Les données ont donc été analysées en « **CMR** » séparément pour chaque site et chaque année. Pour le site Pararé, les probabilités de capture en 2021 et 2023 sont proches de celle estimée sur le site Trésor (0.15 [IC95% : 0.10 – 0.22] en 2021 et 0.14 [IC95% : 0.10 – 0.19] en 2023) et conduisent à des estimations fiables du nombre d’individus (35 [IC95% : 29 – 51] en 2021 et 60 [IC95% : 50 – 83] en 2023). Pour le site Inselberg, très peu de recapture ont été faites en 2021 et l’estimation de la probabilité de capture est très faible 0.02 [IC95% : 0.006 - 0.09], impliquant une estimation peu fiable du nombre d’individus 124 [IC95% : 48 – 427]. Pour l’année 2023, la probabilité de capture est plus proche de celles estimée sur les autres sites 0.17 [IC95% : 0.11 - 0.26] conduisant à une estimation plus réaliste du nombre d’individus 23 [IC95% : 20 - 36].

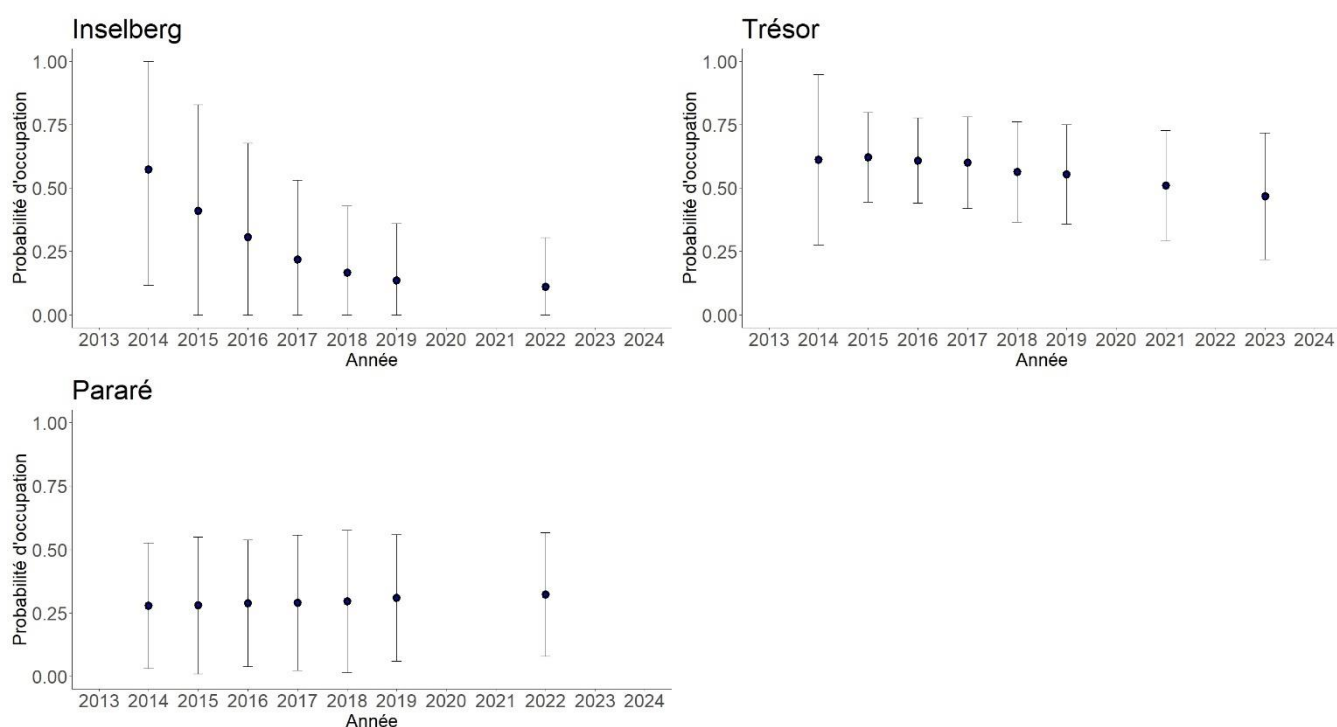


Figure 18 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « **Site occupancy** » (avec IC95%) pour *Dendrobates tinctorius* sur les 3 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.

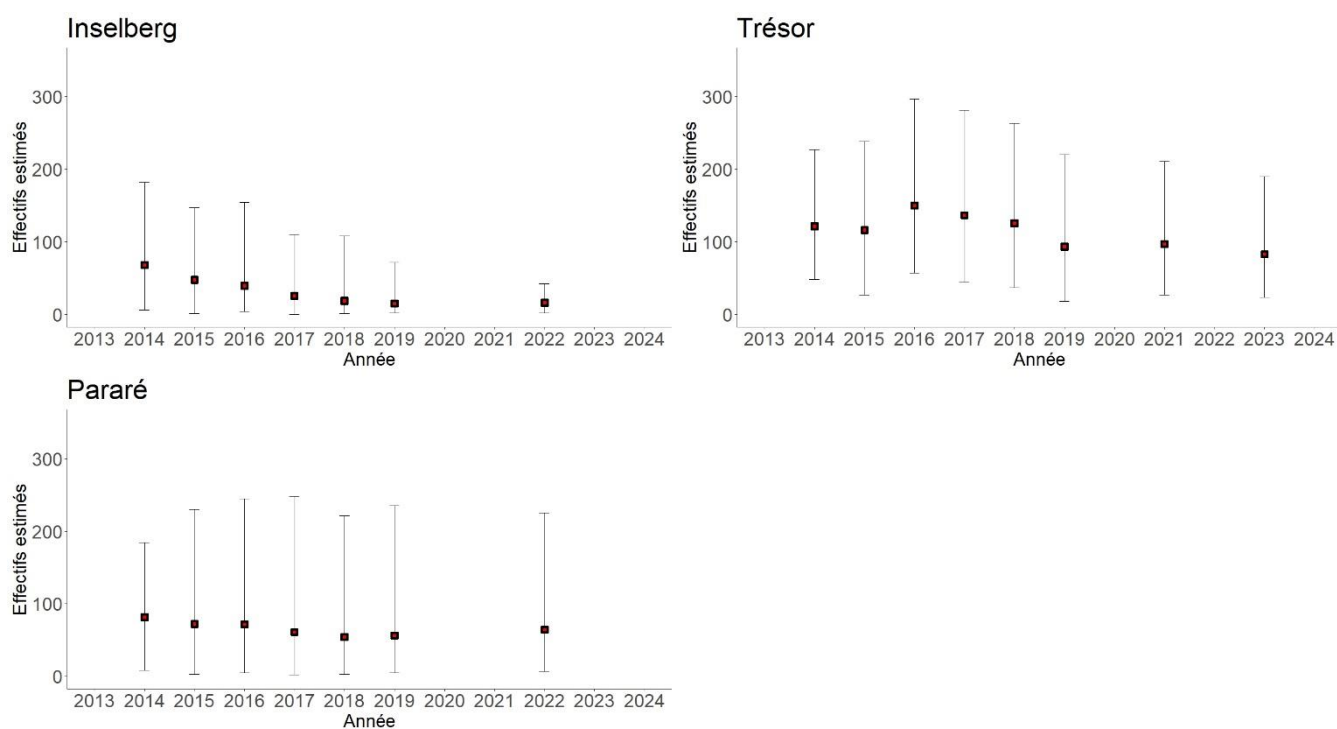


Figure 19 - Effectifs estimés par « **N-mixture** » (avec IC95%) pour *Dendrobates tinctorius* sur les 3 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.

Atelopus flavescens

Pour le site Trésor, où seule des détections visuelles sont disponibles, le meilleur modèle en « **dynamic site occupancy** » était celui intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de colonisation** (Annexe 2). Sur le site Inselberg, autant en utilisant la détection auditive que visuelle, le meilleur modèle pour cette espèce était le modèle intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de détection** (Annexe 3). Pour le site de Pararé, un modèle intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de colonisation, d'extinction et de détection** a été utilisé pour les données auditives et un modèle intégrant un **effet de l'année sur la probabilité de détection** a été utilisé pour les données visuelles (Annexe 4). Pour le site du Bagne des Annamites, seules les données auditives ont été sélectionnées et le modèle nul a été utilisé. Pour le site du Mont Grand Matoury ayant déployé un protocole spécifique pour cette espèce (protocole 4), autant en utilisant la détection auditive que visuelle, le meilleur modèle est celui prenant en compte un **effet de l'année sur la probabilité de détection** (Annexe 5).

La **probabilité de détection pour cette espèce en visuel** est faible sur tous les sites (0.08 [IC95% : 0.05 – 0.11] pour le site Trésor, en moyenne 0.03 [IC95% : 0.01 – 0.07] pour le site Inselberg et 0.03 [IC95% : 0.01 – 0.22] pour le site Pararé, Figure 20). Cette probabilité de détection en visuel est significativement supérieure sur le site du Mont Grand Matoury (0.24 [IC95% : 0.16 – 0.34] en moyenne, Figure 20). La probabilité de détection auditive est relativement élevée sur tous les sites (0.25 [IC95% : 0.17 – 0.35] en moyenne pour le site Pararé, 0.47 [0.36 – 0.58] en moyenne pour le site Inselberg et 0.22 [IC95% : 0.16 – 0.30] pour le site du Bagne des Annamites, Figure 20). C'est également le cas pour le site du Mont Grand Matoury (0.23 [IC95% : 0.15-0.37] en moyenne, Figure 20). Les variations interannuelles sont probablement expliquées par les conditions macro-climatiques (intensité de la saison des pluies) interannuelles. Pour le site du Mont Grand Matoury, on voit d'ailleurs que les années avec une augmentation de la probabilité de détection en audio correspondent également à une augmentation de la probabilité de détection en visuel, indiquant une activité plus forte de l'espèce.

Sur le site de Trésor, cette espèce a présenté un **déclin fort et continu autant dans la probabilité d'occupation que dans les effectifs estimés** entre 2014 et 2019 jusqu'à sa disparition locale (Figure 21, Figure 22). Aucun contact de l'espèce sur la zone des transects n'a été fait depuis 2019. Comme pour *A. baeobatrachus*, les fréquents passages sur ce site par les agents de la réserve, même hors période de suivi, confirment l'absence de l'espèce localement sur le site suivi même si l'espèce n'a pas disparu totalement de la réserve. Sur les autres sites suivis (Pararé et Inselberg), les données autant auditives que visuelles suggèrent une stabilité des probabilités d'occupation et des effectifs (Figure 21, Figure 22).

Sur le site du Mont Grand Matoury, la probabilité d'occupation des transects en audio reste stable sur la période avec en moyenne 40 % des transects occupés (Figure 23). La probabilité

d'occupation visuelle diminue par contre fortement et de manière continue entre 2013 et 2023, passant de 0.82 [IC95% : 0.68-0.96] en 2013 à 0.43 [IC95% : 0.30-0.56] en 2023. En « **N-mixture dynamique** », nous avons utilisé le modèle nul pour estimer les effectifs en audio et en visuel entre 2013 et 2023 (Figure 23). Les analyses menées sur les comptages en N-mixture estiment le taux d'accroissement annuel de la population à -0.02 [IC95% : -0.08 – 0.04] en audio et -0.13 [IC95% : -0.19 – -0.07] en visuel. L'intervalle de confiance de la valeur du paramètre du taux de croissance n'inclut pas la valeur 0 pour les données en visuel **ce qui indique un taux de croissance significativement négatif (déclin) sur ces données** (Figure 23).

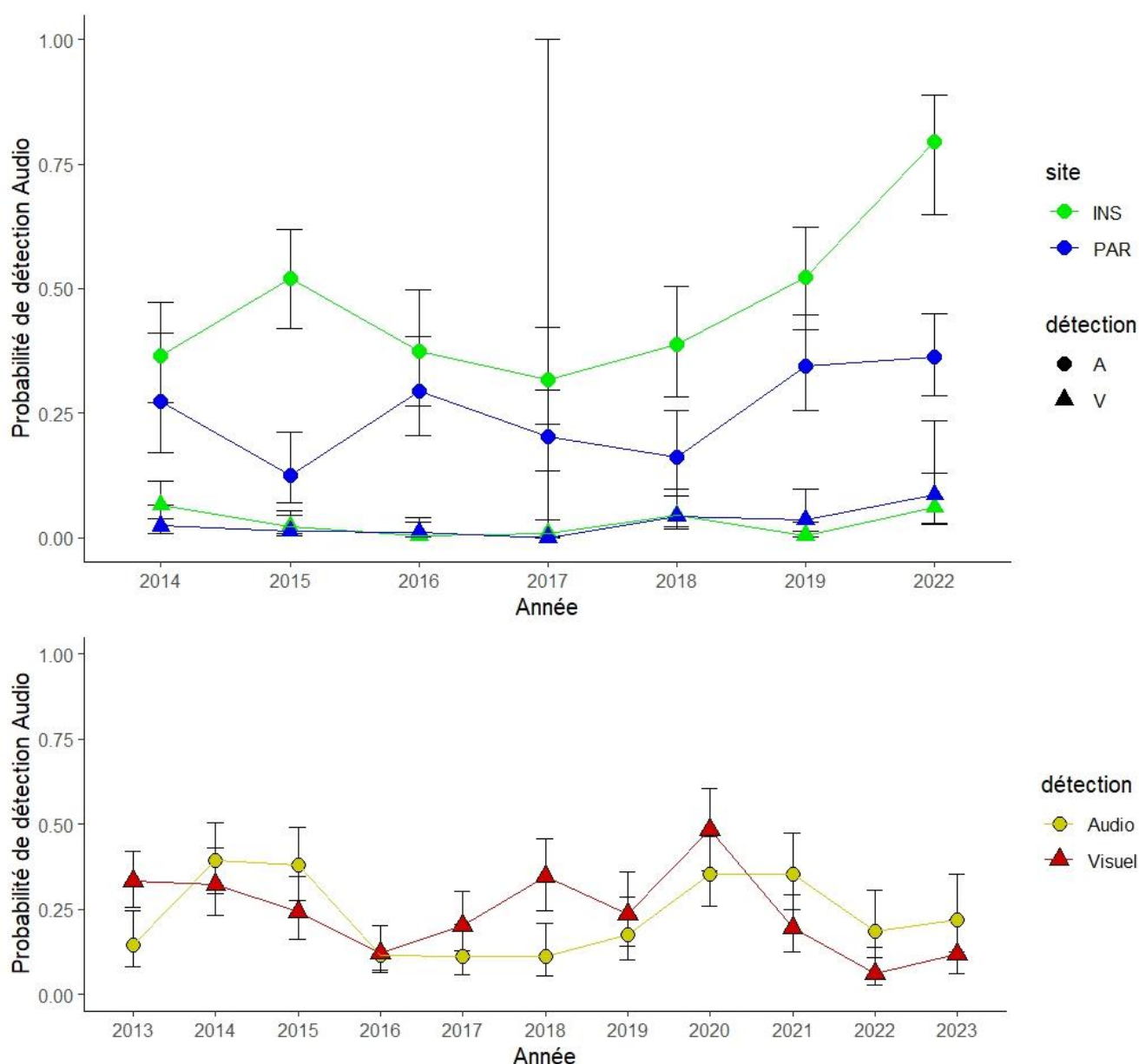


Figure 20 - (en haut) Probabilités de détection en fonction des années pour les sites Inselberg et Pararé pour l'espèce *Atelopus flavescens* en utilisant le protocole 1 pour les 2 types de détection (A - Audio et V - Visuel). (en bas) Probabilités de détection en fonction des années pour le site du Mont Grand Matoury en utilisant le protocole 4 pour les 2 types de détection.

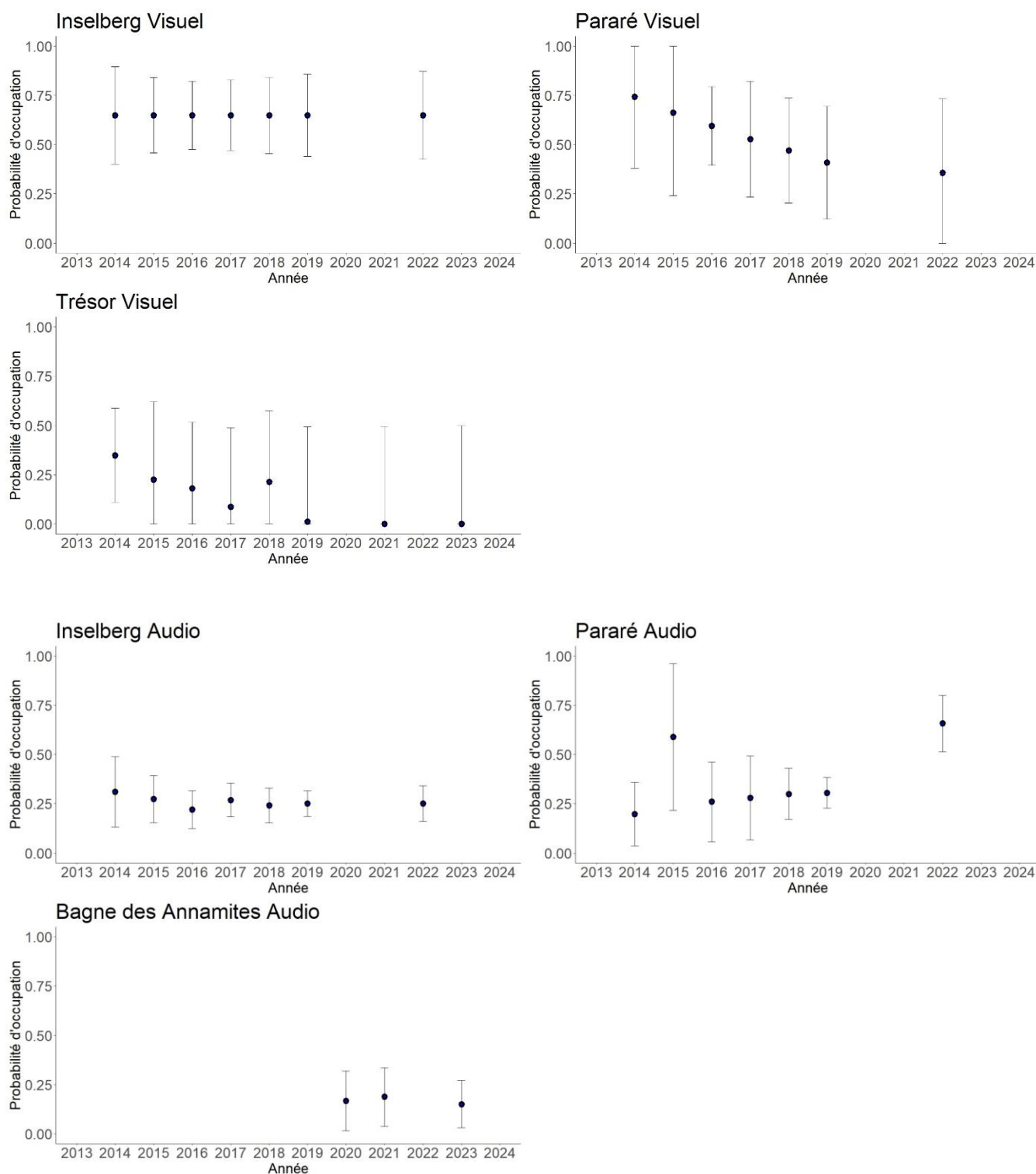


Figure 21 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « Site occupancy » (avec IC95) pour *Atelopus flavescens* sur les 4 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle en haut et auditive en bas.

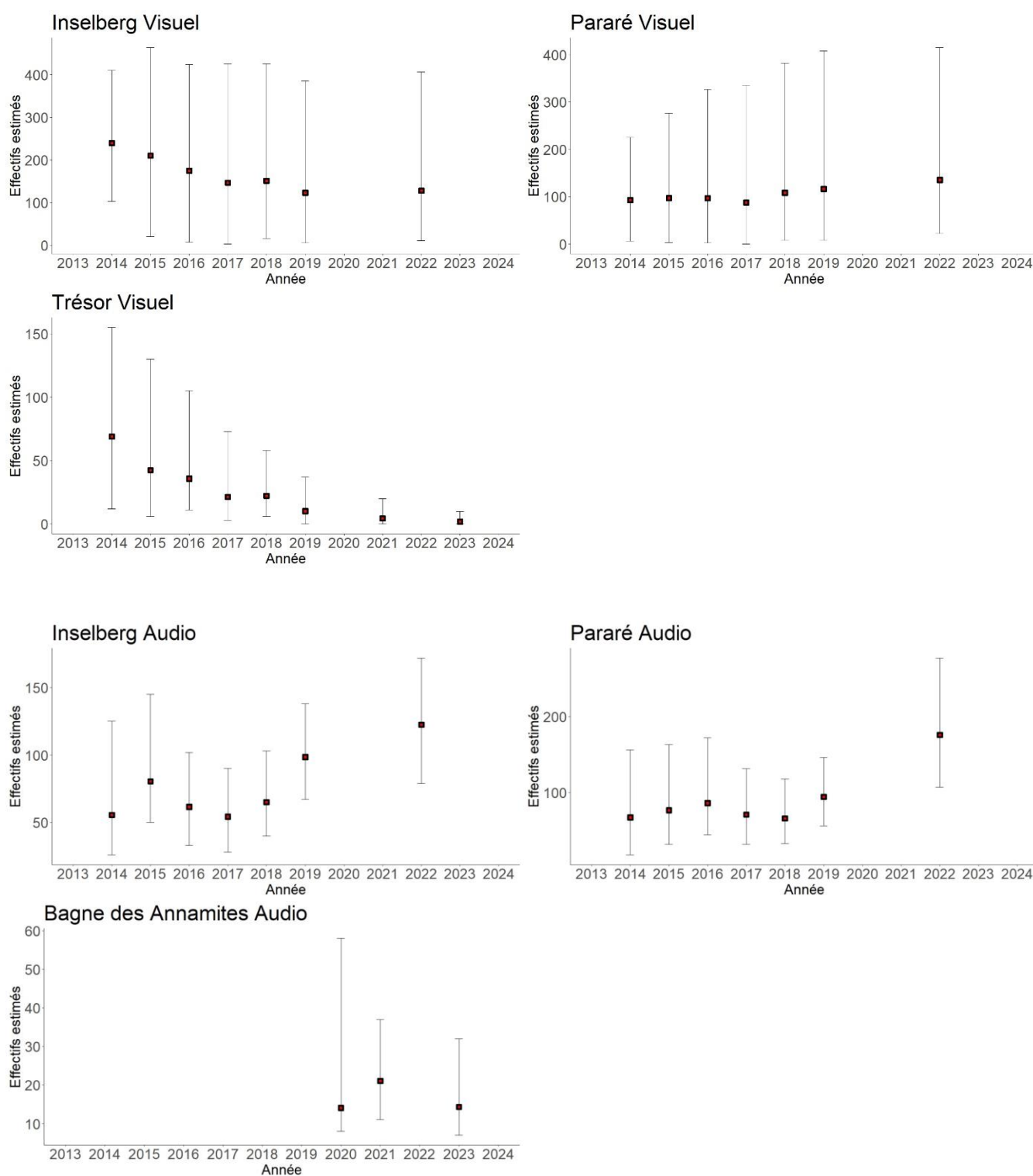


Figure 22 - Effectifs estimés par « *N-mixture* » (avec IC95) pour *Atelopus flavescens* sur les 4 sites où elle est présente entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle en haut et auditive en bas.

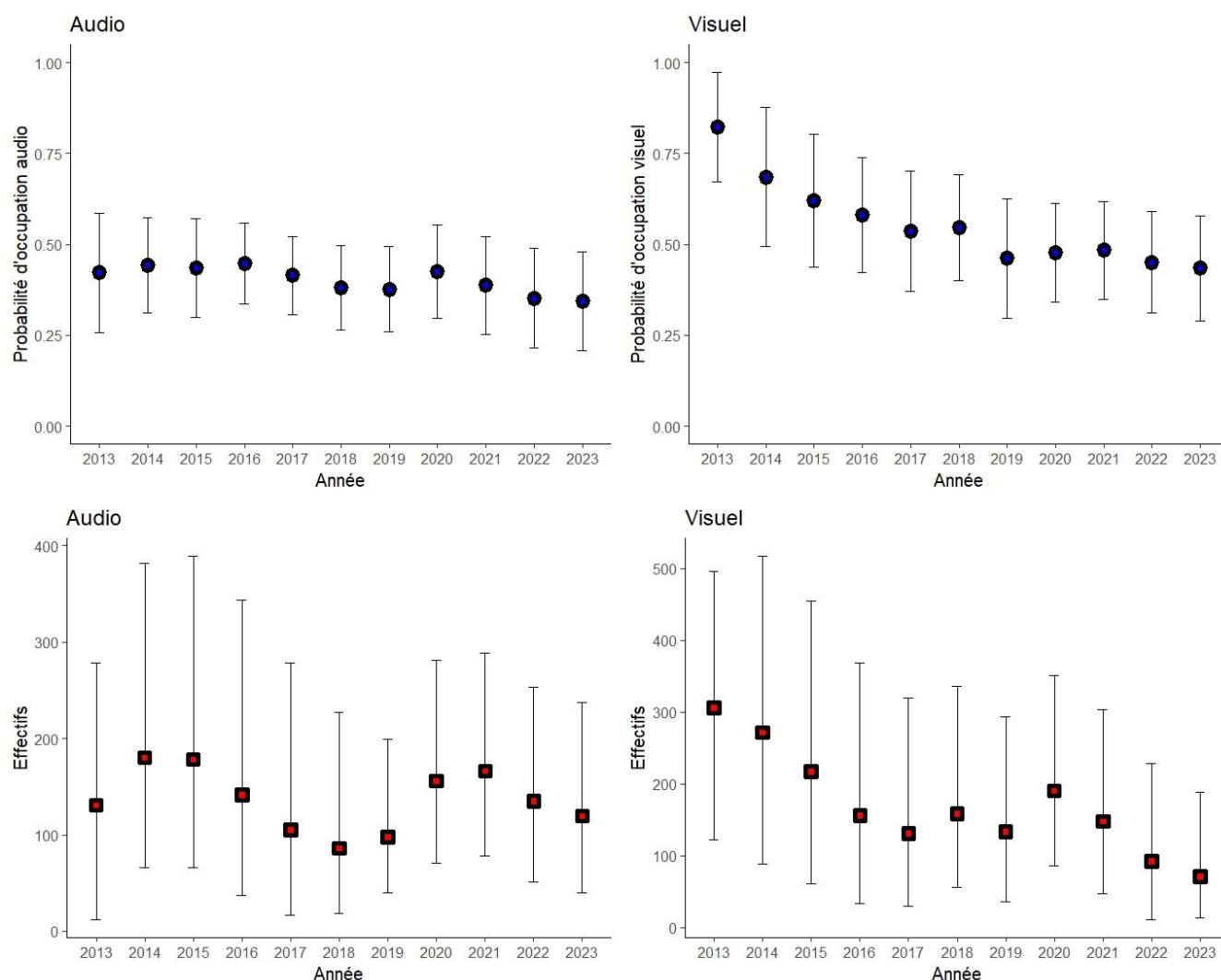


Figure 23 - Probabilités d'occupation estimées en « **Site occupancy** » en haut et effectifs estimés en « **N-mixture** » en bas pour *Atelopus flavescens* sur le site du Mont Grand Matoury en utilisant la détection auditive et la détection visuelle.

Rhinella sp.

Pour Trésor, Inselberg et le Bagne des annamites, le meilleur modèle en site occupancy pour ce genre était le modèle nul. (Annexe 1 et 2). Pour le site Pararé, un effet de l'année sur la probabilité de détection a été pris en compte (Annexe 3). Sur le site de Trésor, le genre présente une tendance au déclin tant sur les probabilités d'occupation que sur les effectifs (Figure 24, Figure 25). Sur les autres sites, la dynamique est stable. Une telle analyse au niveau du genre n'est pas idéale car elle peut intégrer des dynamiques différentes en fonction des espèces

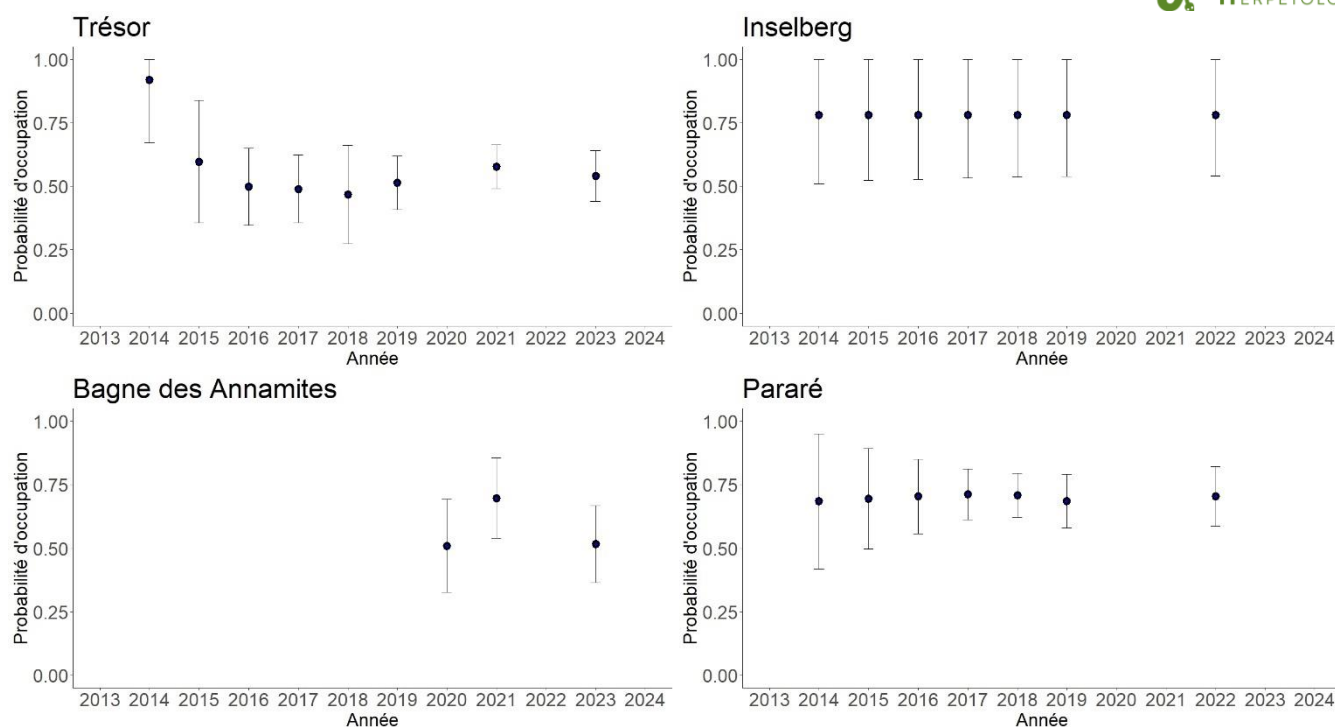


Figure 25 - Evolution de la probabilité d'occupation estimée en « **Site occupancy** » (avec IC95) pour *Rhinella* sp. sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.

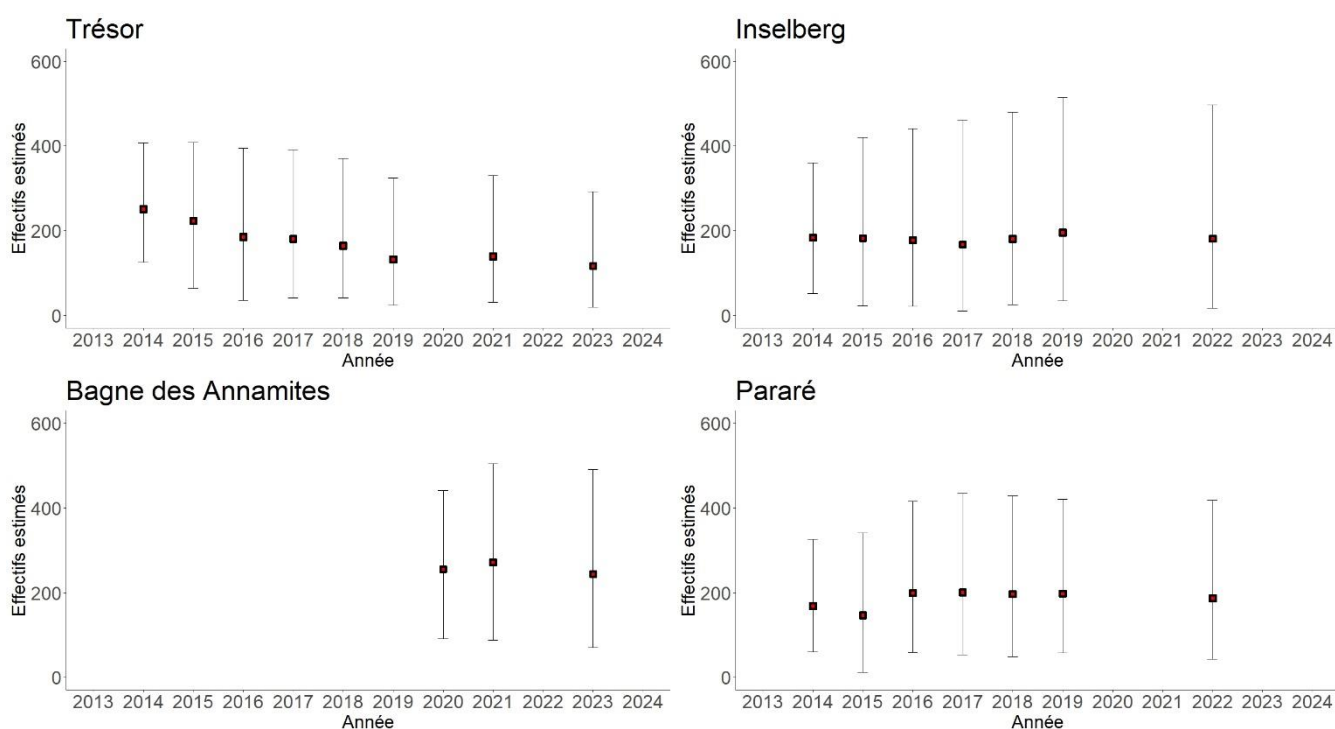


Figure 24 - Effectifs estimés par « **N-mixture** » (avec IC95) pour *Rhinella* sp. sur les 4 sites entre 2014 et 2023 en utilisant les données de détection visuelle.

Analyse de tendances

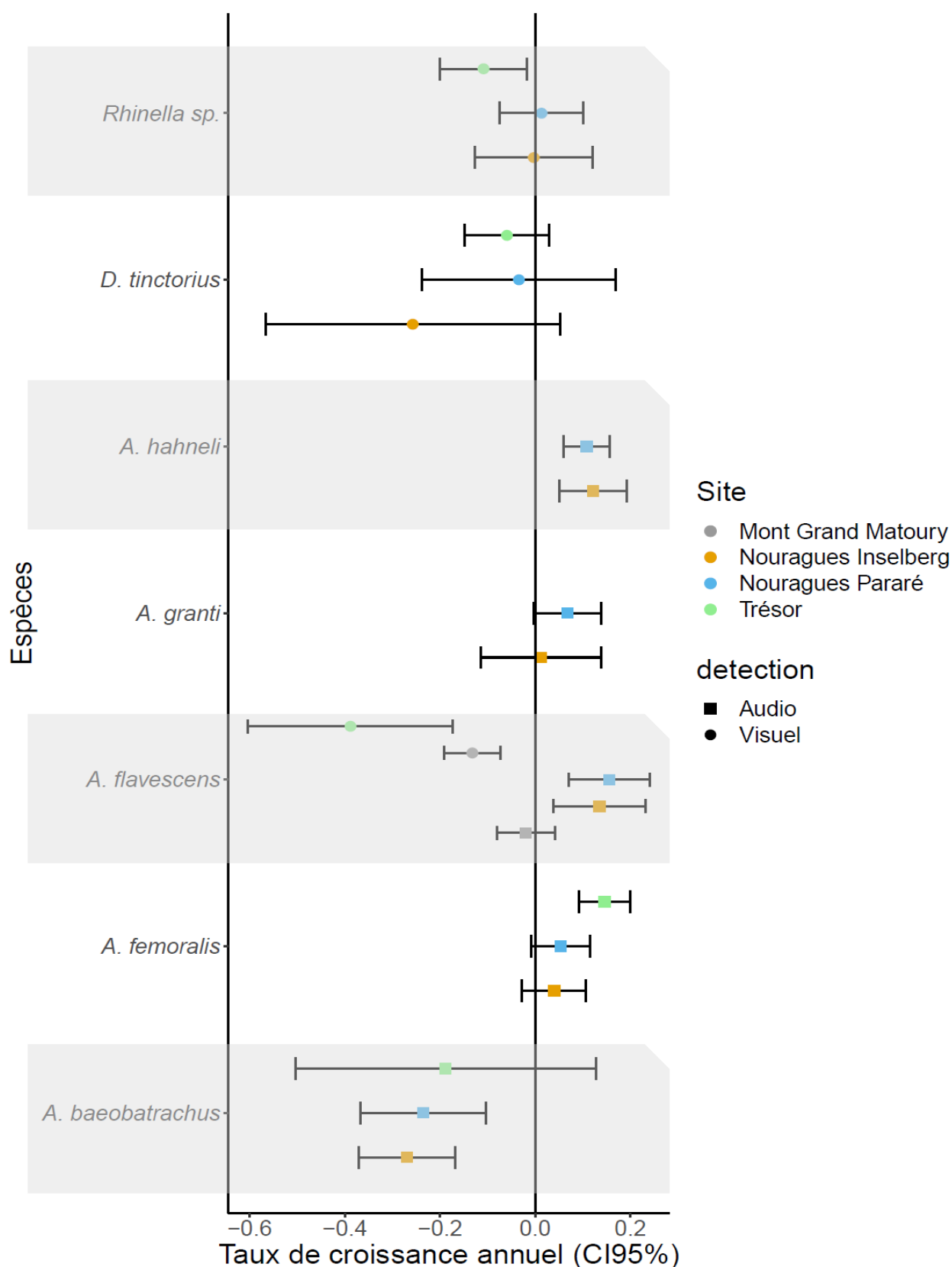


Figure 26 - Taux de croissance annuel pour les sites de Trésor, Pararé et Inselberg et du Mont Gtand Matoury. Un taux de croissance négatif indique un déclin des effectifs, un taux de croissance positif indique à l'inverse une augmentation des effectifs. Si l'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas la valeur 0, cette tendance est significative.



Les tendances au déclin de l'espèce *Anomaloglossus baeobatrachus* sur les sites de Pararé et Inselberg sont significatives (Figure 26). Sur le site de Trésor, la tendance n'est pas considérée comme significative malgré la disparition de l'espèce sur le site car les effectifs initiaux de l'espèce étaient faibles. **Un déclin de l'espèce sur les sites suivis, déjà évoqués dans les conclusions d'Astruc et Besnard (2018), semble donc se confirmer.** Les habitats

des 3 sites suivis depuis plus de 10 ans (Trésor, Inselberg, Pararé) n'ont pas subis de modifications. Les causes de ce déclin sont donc plutôt à rechercher parmi les causes climatiques ou liées à la présence de maladies. Cette espèce peut présenter localement une relativement forte prévalence de *Bd* (Courtois *et al.* 2015) et un impact de la chytridiomycose n'est pas à exclure.



La tendance au déclin de l'espèce *Atelopus flavescens* sur le site de Trésor ayant mené jusqu'à sa disparition locale est clairement significative (Figure 26). Cette tendance était déjà évoquée dans les conclusions d'Astruc et Besnard (2022). **Un déclin de l'espèce sur le site de Trésor semble donc se confirmer.** Le protocole spécifique utilisé par la réserve du Mont Grand Matoury depuis 2013 pour le suivi d'*Atelopus flavescens* **suggèrent également un déclin dans la probabilité**

d'occupation et dans les effectifs estimés en utilisant les données visuelles de l'espèce sur le site. Il est intéressant de noter que les données de détection auditive sur les sites du Mont Grand Matoury, d'Inselberg et de Pararé suggèrent une stabilité, voir même une augmentation des populations. Une explication possible pourrait être une contraction de la distribution de l'espèce autour des sites de reproduction. Il serait important d'assurer la continuité du suivi de cette espèce, voire d'inclure de nouveaux transects sur le site de Trésor afin de déterminer si le même patron sur les données visuelles vs. auditives se confirment. L'habitat n'ayant pas subis de modifications sur aucun des sites suivis, les causes de ce déclin sont probablement à rechercher parmi les causes climatiques ou liées à la présence de maladies. D'autant que de nombreuses espèces du genre *Atelopus* présentent des déclin spectaculaires en Amérique latine, notamment dans les Andes (Lötters *et al.* 2023). Un lien avec des variables climatiques pourrait alors être étudié afin de tester si ce déclin pourrait être lié à des changements climatiques à large échelle. Par ailleurs, la population du Mont Grand Matoury présentait en 2013 une prévalence de 13.3% du champignon *Bd* (Courtois *et al.* 2015). Un rééchantillonnage de la population devrait être prévu prochainement et dans l'idéal réalisé à un intervalle de temps plus court (tous les 2 ans par exemple).



Le suivi par « **CMR** » sur parcelles de *Dendrobates tinctorius* initié par la réserve Trésor semble bien répondre à la question posée et permet d'assurer un suivi sanitaire des populations. Il est néanmoins important de garder en tête que les résultats de ce protocole ne sont pas extrapolables à l'intégralité des sites. Conserver en parallèle un suivi par « **Site occupancy** » et « **N-mixture** » avec 16 passages par an comme cela a été fait par la réserve Trésor

paraît très pertinent puisque cela permet d'obtenir des informations moins précises mais plus diffuses sur le reste de la population. Il apparaît que les données récoltées pour cette espèce dans le protocole « multi-espèce » (protocole 1) ne sont pas suffisantes du fait de la très faible probabilité de détection de l'espèce. Pour les sites des Nouragues, en particulier le site Inselberg où un déclin de l'espèce, appuyé par le ressenti terrain des agents, semble se dessiner, nous préconisons de remettre en place un suivi linéaire en parallèle de la CMR sur placettes, à minima tous les 2 ans.

Conclusions et Perspectives

(1) Comme mis en évidence par Astruc et Besnard (2022), le protocole de suivi par transects en multi-espèce (protocole 1) analysé en site occupancy semble **bien adapté pour suivre les tendances de distributions des espèces**. L'analyse par la méthode du N-mixture dynamique en regroupant les transects en un seul donne des résultats cohérents avec la biologie de ces espèces. Bien que cette méthode d'analyse soit peu sensible, elle a permis de détecter des déclins pour au moins 2 espèces. La décision prise en 2018 de conserver pour ce suivi un effort de 8 passages/an tous les 2 ans inscrit ce suivi dans la détection de tendances à long terme (20 ans). Dans les perspectives, plusieurs améliorations dans les analyses de ces données sont prévues :

- ➔ Intégration de covariables d'observations (heure d'observation, variables environnementales, ...) pouvant expliquer les variations dans les probabilités de détection intra-annuelles.
- ➔ Intégration de variables macro-climatiques (intensité de la saison sèche, etc...) pouvant expliquer les variations interannuelles dans les probabilités de détection.
- ➔ Analyses des données en « **Site occupancy** » et « **N-mixture** » multi-espèces. Ces modèles, plus complexes, permettent d'utiliser les données des espèces plus communes pour améliorer les modèles des espèces plus rares.

(2) Les déclins observés sur *A. baeobatrachus* et *A. flavescens* demandent à apporter une attention croissante à ces espèces dans les années à venir. Plusieurs éléments sont à prendre en considération :

- Organiser un suivi sanitaire pour ces espèces
- Rajouter des transects proches des sites de reproduction pour le site Trésor
- Rajouter des sites de suivi pour ces espèces en Guyane afin d'estimer la généralité de ce patron.

(3) L'espèce *Dendrobates tinctorius* reste un bon modèle pour coupler le suivi des populations avec un suivi sanitaire. Le protocole de suivi par « **CMR** » sur parcelles, réalisé tous les 2 ans à vocation à être pérennisé sur les sites des Nouragues et de Trésor. Il est en cours de mise en place sur le site de Favard (RNN des marais de Kaw-Roura). Nous recommandons, si possible, de coupler ce suivi avec un suivi sur linéaire analysés en « **Site occupancy** » et « **N-mixture** »

Références

- ASTRUC G. & BESNARD A.** 2018. — Analyse critique des différents protocoles de suivis des amphibiens dans les réserves Naturelles de Guyane
- COURTOIS E.A., DEVILLECHABROLLE J., DEWYNTER M., PINEAU K., GAUCHER P. & CHAVE J.** 2013. — Monitoring strategy for eight amphibian species in French Guiana, South America. *PloS one* 8 (6): e67486
- COURTOIS E.A., GAUCHER P., CHAVE J. & SCHMELLER D.S.** 2015. — Widespread occurrence of Bd in French Guiana, South America. *PloS one* 10 (4): e0125128
- FISKE I. & CHANDLER R.B.** 2011. — unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *Journal of Statistical Software* 43 (10): 1–23
- HOSTETLER J.A. & CHANDLER R.B.** 2015. — Improved state-space models for inference about spatial and temporal variation in abundance from count data. *Ecology* 96 (6): 1713–1723
- KÉRY M., ROYLE J.A. & SCHMID H.** 2005. — Modeling avian abundance from replicated counts using binomial mixture models. *Ecological applications* 15 (4): 1450–1461
- LAAKE J.L.** 2013. — RMark: an R interface for analysis of capture-recapture data with MARK
- LÖTTERS S., PLEWNIA A., CATENAZZI A., NEAM K., ACOSTA-GALVIS A.R., ALARCON VELA Y., ALLEN J.P., ALFARO SEGUNDO J.O., DE LOURDES ALMENDÁRIZ CABEZAS A. & ALVARADO BARBOZA G.** 2023. — Ongoing harlequin toad declines suggest the amphibian extinction crisis is still an emergency. *Communications Earth & Environment* 4 (1): 412
- MACKENZIE D.I., NICHOLS J.D., LACHMAN G.B., DROEGE S., ROYLE J.A. & LANGTIMM C.A.** 2002. — Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83 (8): 2248–2255
- MACKENZIE D.I., NICHOLS J.D., SEAMANS M.E. & GUTIERREZ R.J.** 2009. — Modeling species occurrence dynamics with multiple states and imperfect detection. *Ecology* 90 (3): 823–835
- ROYLE J.A.** 2004. — N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts. *Biometrics* 60 (1): 108–115

Annexes

Annexe 1 : Nombre de contacts par sites (TRE – Trésor, INS – Inselberg, PAR – Pararé, BDA – Bagne des Annamites), par année, par espèce et par type de contact (A – Audio et V – Visuel).

	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Total général
	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	
<i>Allobates femoralis</i>	303	10	285	7	437	18	280	11	340	8	260	10	72	2	366	9	510	5	413	9	3355
BDA													72	2	112				95	2	283
INS	71		141		73	3	17		102		66	2					187	2			664
PAR	178	1	102	1	108	2	55	1	71	3	95	4					323	3			947
TRE	54	9	42	6	256	13	208	10	167	5	99	4			254	9			255	7	1398
<i>Anomaloglossus baeobatrachus</i>	142		116	1	107	2	37		36		31	2			65		58		42	3	642
BDA															65				29		94
INS	75		87		73	2	12		26		20	1					27				323
PAR	65		25	1	17		16		10		10	1					31				176
TRE	2		4		17		9				1										33
<i>Allobates granti</i>	100	4	107		65	4	96	5	154	1	85	4					192				817
INS	12		15		2		3	2	14		2						19				69
PAR	88	4	92		63	4	93	3	140	1	83	4					173				748
<i>Ameerega hahneli</i>	205	3	363	3	208		292	3	336	2	340	4					636	7			2402
INS	29		63		55		17		71		36						148	1			420
PAR	176	3	300	3	153		275	3	265	2	304	4					488	6			1982
<i>Atelopus flavescens</i>	72	37	99	18	128	18	39	6	86	21	111	12	13	2	27	3	304	18	106	21	1141
BDA													13	2	27	3			9	1	55
INS	39	14	68	6	76	1	21	1	62	7	56	7					155	7			520
PAR	33	5	31	4	51	3	18	1	24	5	55	5					149	11			395
TRE		18		8	1	14		4		9											54
<i>Dendrobates tinctorius</i>		35		28		60		32		29		11			1	24		12		15	247
INS		8				3		2		1								4			18
PAR		9		1		4		2		2		1						8			27
TRE		18		27		53		28		26		10			1	24				15	202
<i>Rhinella sp.</i>	1	47	16	33	11	61	24	53	5	50	3	66	6	43	15	89	10	17	29	48	627
BDA													6	43	5	71			26	39	190
INS		7	3	5		9		7	4	5		21					6	4			71
PAR		17	9	7		41		23		26		37					4	13			177
TRE	1	23	4	21	11	11	24	23	1	19	3	8			10	18			3	7	187

Annexe 2 : Résultats d'AIC des différents modèles testés en « Site

occupancy » en détection auditive ou visuelle sur les transects de suivi sur le site

Trésor. Les paramètres (psi – probabilité d'occupation / gam – probabilité de colonisation / eps – probabilité d'extinction / p – probabilité de détection) peuvent être soit constant (.) soit varier de manière catégorielle avec l'année (Yfac).

Espèce	model	nPars	AIC	delta	Espèce	model	nPars	AIC	delta
<i>A. femoralis</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	11	2472.3	0.0	<i>A. flavescens</i> (Visuel)	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	10	463.5	0.0
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	17	2481.1	8.8		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	468.8	5.3
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	17	2481.2	8.9		psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	11	472.7	9.2
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	23	2489.6	17.3		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	10	474.0	10.5
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	16	2637.1	164.9		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	17	480.9	17.4
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	10	2640.0	167.8		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	17	484.7	21.2
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	10	2640.9	168.7		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	16	486.0	22.5
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	2643.3	171.0		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	23	492.9	29.4
<i>A. baeobatrachus</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	11	186.7	0.0	<i>Rhinella</i> sp. (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	842.4	0.0
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	16	191.6	4.8		psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	11	842.5	0.1
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	4	193.0	6.3		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	10	846.1	3.6
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	17	196.2	9.5		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	10	847.6	5.1
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	10	198.0	11.3		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	17	849.6	7.2
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	17	198.7	12.0		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	17	849.9	7.5
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	10	205.0	18.3		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	16	853.5	11.1
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	23	208.2	21.5		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	23	858.6	16.2
<i>D. tinctorius</i> (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	11	1390.5	0.0					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	17	1394.7	4.2					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	17	1398.9	8.4					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	23	1404.3	13.8					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1431.7	41.2					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	10	1441.3	50.8					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	10	1443.7	53.2					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	16	1453.3	62.8					

Annexe 3 : Résultats d'AIC des différents modèles testés en « Site

occupancy » en détection auditive ou visuelle sur les transects de suivi sur le site

Inselberg. Les paramètres (psi – probabilité d'occupation / gam – probabilité de colonisation / eps – probabilité d'extinction / p – probabilité de détection) peuvent être soit constant (.) soit varier de manière catégorielle avec l'année (Yfac).

Espèce	model	nPars	AIC	delta	Espèce	model	nPars	AIC	delta
<i>A. femoralis</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1973.7	0.0	<i>A. flavescens</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	990.2	0.0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1975.6	2.0		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	993.6	3.4
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1979.0	5.3		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	994.3	4.1
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1980.4	6.7		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	997.4	7.1
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	2018.8	45.1		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1013.5	23.3
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	2025.5	51.8		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1017.4	27.2
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	2028.3	54.6		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1018.0	27.8
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	2034.9	61.2		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1021.4	31.2
<i>A. baeobatrachus</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1076.9	0.0	<i>A. flavescens</i> (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	392.5	0.0
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1077.7	0.8		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	402.5	10.0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1080.8	3.8		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	402.5	10.0
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1083.1	6.1		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	403.7	11.2
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1093.7	16.8		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	406.9	14.4
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1095.6	18.7		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	412.5	20.0
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1100.7	23.7		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	413.4	20.9
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1111.3	34.4		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	417.6	25.1
<i>D. tinctorius</i> (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	207.0	0.0	<i>Rhinella</i> sp. (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	537.7	0.0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	207.4	0.4		psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	539.8	2.1
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	212.2	5.1		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	547.7	10.0
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	214.3	7.2		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	547.7	10.0
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	217.0	10.0		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	548.9	11.2
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	217.4	10.4		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	554.8	17.1
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	222.2	15.1		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	557.7	20.0
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	225.6	18.6		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	564.4	26.7
<i>A. granti</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	441.1	0.0					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	452.2	11.1					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	453.3	12.1					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	456.6	15.5					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	457.0	15.9					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	463.3	22.1					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	473.2	32.1					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	483.2	42.1					
<i>A. hahnelli</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1542.7	0.0					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1546.9	4.3					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1547.9	5.3					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1552.9	10.3					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1554.0	11.3					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1561.0	18.3					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1568.3	25.7					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1580.2	37.5					

Annexe 4 : Résultats d'AIC des différents modèles testés en « Site

occupancy » en détection auditive ou visuelle sur les transects de suivi sur le site

Pararé. Les paramètres (psi – probabilité d'occupation / gam – probabilité de colonisation / eps – probabilité d'extinction / p – probabilité de détection) peuvent être soit constant (.) soit varier de manière catégorielle avec l'année (Yfac).

Espèce	model	nPars	AIC	delta	Espèce	model	nPars	AIC	delta
<i>A. femoralis</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	2474.6	0.0	<i>A. flavescens</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1148.4	0.0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	2476.0	1.4		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1153.1	4.8
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	2476.9	2.2		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1162.9	14.5
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	2478.8	4.1		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1168.6	20.2
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	2542.0	67.4		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1180.5	32.2
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	2543.0	68.4		psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1184.3	36.0
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	2555.7	81.1		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1193.4	45.1
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	2556.2	81.6		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1197.6	49.3
<i>A. baobatrachus</i> (Audio)	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	803.9	0.0	<i>A. flavescens</i> (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	326.0	0.0
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	807.9	4.1		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	329.7	3.6
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	808.3	4.4		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	332.7	6.6
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	815.4	11.5		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	332.9	6.9
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	817.8	14.0		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	333.0	7.0
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	818.7	14.9		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	333.4	7.3
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	821.0	17.1		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	340.7	14.7
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	822.2	18.3		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	348.2	22.2
<i>D. tinctorius</i> (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	271.6	0.0	<i>Rhinella</i> sp. (Visuel)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1020.7	0.0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	271.9	0.3		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1023.9	3.2
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	277.2	5.6		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1026.2	5.5
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	278.6	6.9		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1029.4	8.7
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	280.6	9.0		psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1029.9	9.2
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	281.3	9.7		psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1032.9	12.2
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	289.9	18.3		psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1033.5	12.8
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	290.3	18.6		psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1039.9	19.2
<i>A. granti</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	1860.7	0.0					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	1861.0	0.3					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	1861.9	1.2					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	1862.2	1.5					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	1898.0	37.3					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	1898.7	38.1					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1902.1	41.4					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	1905.1	44.4					
<i>A. hahnelli</i> (Audio)	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	15	2925.8	0.0					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	20	2926.0	0.2					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	10	2929.4	3.6					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	15	2930.4	4.6					
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	9	3051.5	125.6					
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	14	3053.0	127.1					
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	3059.0	133.1					
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	9	3061.1	135.2					

Annexe 5 : Résultats d'AIC des différents modèles testés en « Site

occupancy » sur *Atelopus flavescens* en détection auditive et visuelle sur les transects de suivi dans la **réserve du Grand Matoury** entre 2013 et 2023. Les paramètres (psi – probabilité d’occupation / gam – probabilité de colonisation / eps – probabilité d’extinction / p – probabilité de détection) peuvent être soit constant (.) soit varier de manière catégorielle avec l’année (Yfac).

	Model	nPars	AIC	delta
Auditive	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	23	1198.65	0
	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	14	1198.82	0.17
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	32	1203.48	4.83
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	23	1203.58	4.93
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	22	1211.46	12.8
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	13	1212.98	14.33
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	13	1220.32	21.67
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1228.21	29.56
		nPars	AIC	delta
Visuelle	psi(.)gam(.)eps(.)p(YFac)	14	1651.66	0
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(YFac)	23	1654.95	3.29
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(YFac)	32	1659.36	7.71
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(YFac)	23	1660.59	8.93
	psi(.)gam(.)eps(YFac)p(.)	13	1682.36	30.7
	psi(.)gam(YFac)eps(YFac)p(.)	22	1686.66	35
	psi(.)gam(.)eps(.)p(.)	4	1692.47	40.81
	psi(.)gam(YFac)eps(.)p(.)	13	1694.21	42.56

Annexe III. Protocole validé ! : « Analyse des protocoles existants - Version 1, livrable *Pristimantis espedeus* »

L1.1. ANALYSE DES PROTOCOLES EXISTANTS —

Version 1, livrable
Pristimantis espedeus

8 juillet 2024

Société Herpétologique de France

Association loi 1901 agréée pour la protection de la nature,
depuis le 28 février 1978.

Siège social :

MnHn – CP41

57 Rue Cuvier, 75005 Paris

Siège administratif :

c/o Isabelle Chauvin

2014 Route de Roquefort

32360 Peyrusse-Massas

contact@lashf.org – www.lashf.org

SIRET 442 242 079 00022



SOMMAIRE

Figures et Tables	3
Contexte.....	4
Données disponibles	4
Etude pilote (2013).....	5
Protocole 1 – « Site occupancy »	5
Protocole 2 – « N-mixture ».....	6
Site Inselberg (RNN des Nouragues)	6
Site Aya (RNN de la Trinité).....	7
Site Itoupé (PAG).....	7
Résultats.....	7
Probabilité de détection	7
Probabilité d'occupation et limite altitudinale basse	8
Abondance moyenne.....	9
Conclusion.....	10
Références.....	10

Rédaction et relecture :

Société Herpétologique de France	Audrey Trochet
ENIA	Elodie Courtois

Figures et Tables

Figure 1 - Répartition de <i>Pristimantis espedeus</i> en Guyane Française.....	4
Figure 2 – (à gauche) Localisation des 7 transects altitudinaux dans le massif Balenfois (site Inselberg de la station des Nouragues) utilisés pour déterminer la probabilité de détection et la probabilité d'occupation de l'espèce par les méthodes de « Site occupancy ». Le transect encadré correspond à celui utilisé pour les comptages. (à droite) Localisation des transects de points d'écoute (10 points d'écoute / 6 transects à des altitudes croissantes 130m – 180m – 230m – 280m – 330m et 380m) par des méthodes de « N-mixture ». Adapté de Courtois et al. (2016).	5
Figure 3 - Probabilité de détection de <i>P. espedeus</i> par soir en fonction du mois pour le matin (a) et le soir (b) et sur un créneau de 20 secondes en fonction de l'heure pour le matin (c) et le soir (d). Adapté de Courtois et al. (2016).....	8
Figure 4 - Effet de l'altitude sur la probabilité d'occupation basé sur 7 transects altitudinaux dans le jeu de données de l'étude pilote de 2013.	8
Figure 5 - Abondance moyenne des mâles chanteurs par points d'écoute. (En haut) Sur le site Inselberg des Nouragues dans l'étude pilote de 2013 et (en bas) comparaison entre les sites Nouragues et Trinité pour les années où des données sont disponibles.....	9

Contexte

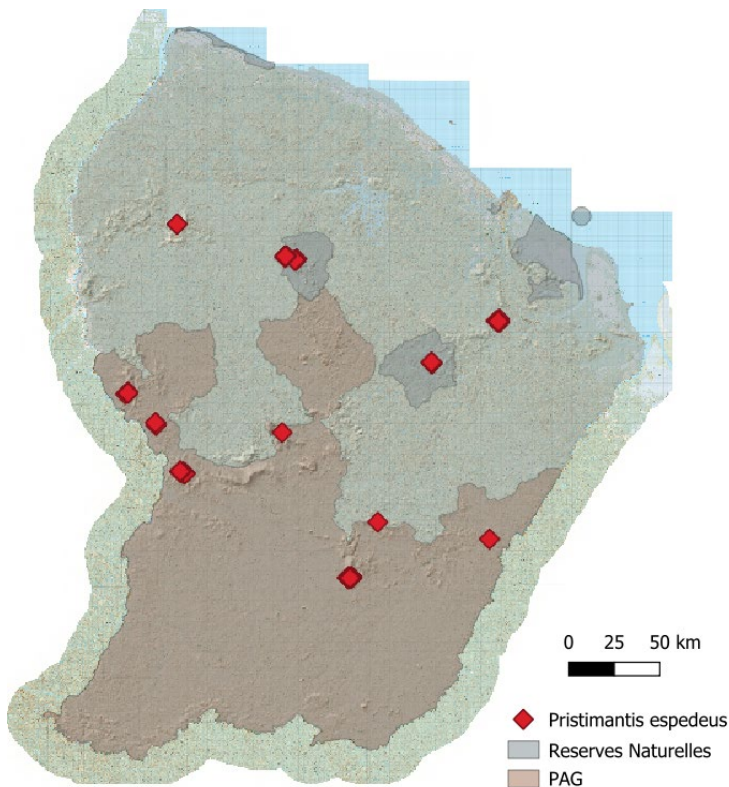


Figure 1 - Répartition de *Pristimantis espedeus* en Guyane Française.

La pristimante des brumes (*Pristimantis espedeus*), décrite en 2013, est une espèce **endémique de l'est du Plateau des Guyanes et sub-endémique de Guyane** (la majorité de l'aire de répartition connue est en Guyane). Elle n'est actuellement connue en Guyane que d'une dizaine de populations isolées les unes des autres (Figure 1). Elle est notablement absente de certains sommets a priori favorables (Pic Matécho, Mont Galbao et Massif du Mitaraka). On la trouve **exclusivement autour des massifs montagneux et à des altitudes élevées** (souvent au-dessus de 500 m d'altitude à quelques exceptions près). Elle est arboricole et présente une reproduction à développement direct (l'ensemble du

développement se passe dans l'œuf). La biologie de cette espèce reste mal connue mais les œufs sont probablement déposés dans la mousse sur le tronc des arbres ou dans la litière au sol. Cette espèce est relativement abondante dans les endroits où elle est présente mais la surface des habitats favorables dans chaque localité est faible. Elle est considérée comme **vulnérable (VU) sur la liste rouge UICN et intégralement protégée avec habitat** sur le territoire national.

Données disponibles

Une étude relativement poussée (Courtois et al., 2016) a été réalisée sur le site de la station des Nouragues visant à proposer des préconisation pour le suivi de cette espèce sur le long terme (voir ci-dessous). Suite à cette étude, des initiatives disparates se sont mise en place dans plusieurs sites en Guyane (RNN des Nouragues, RNN de la Trinité et Parc Amazonien). Néanmoins, aucun suivi concerté de cette espèce n'est actuellement implémenté. Sur le site des Nouragues suite à l'étude pilote réalisée en 2013, une tentative d'implémentation d'un protocole de suivi sur le long terme par « **N-mixture** » couplé à l'utilisation d'enregistreurs automatiques a été initié en 2019. Ce suivi n'a pas été consolidé ensuite et n'a été réitéré qu'à une seule reprise

en 2022. Sur le site de la Trinité, un protocole similaire a été initié en 2013 et réitéré en 2019. Sur le site du mont Itoupé, des enregistreurs automatiques ont été déployés en 2017 pour déterminer les limites altitudinales basses de l'espèce sur deux transects altitudinaux, l'un sur le flanc Est et l'autre sur le flanc Ouest.

Etude pilote (2013)

Cette étude pilote a été menée en **du 27 janvier au 18 avril 2013** sur le site de la station des Nouragues dans le massif Balenfois qui abrite une population importante de cette espèce. Plusieurs protocoles complémentaires avaient été testés. Pour une présentation plus complète des protocoles, se référer à Courtois et al. (2016).

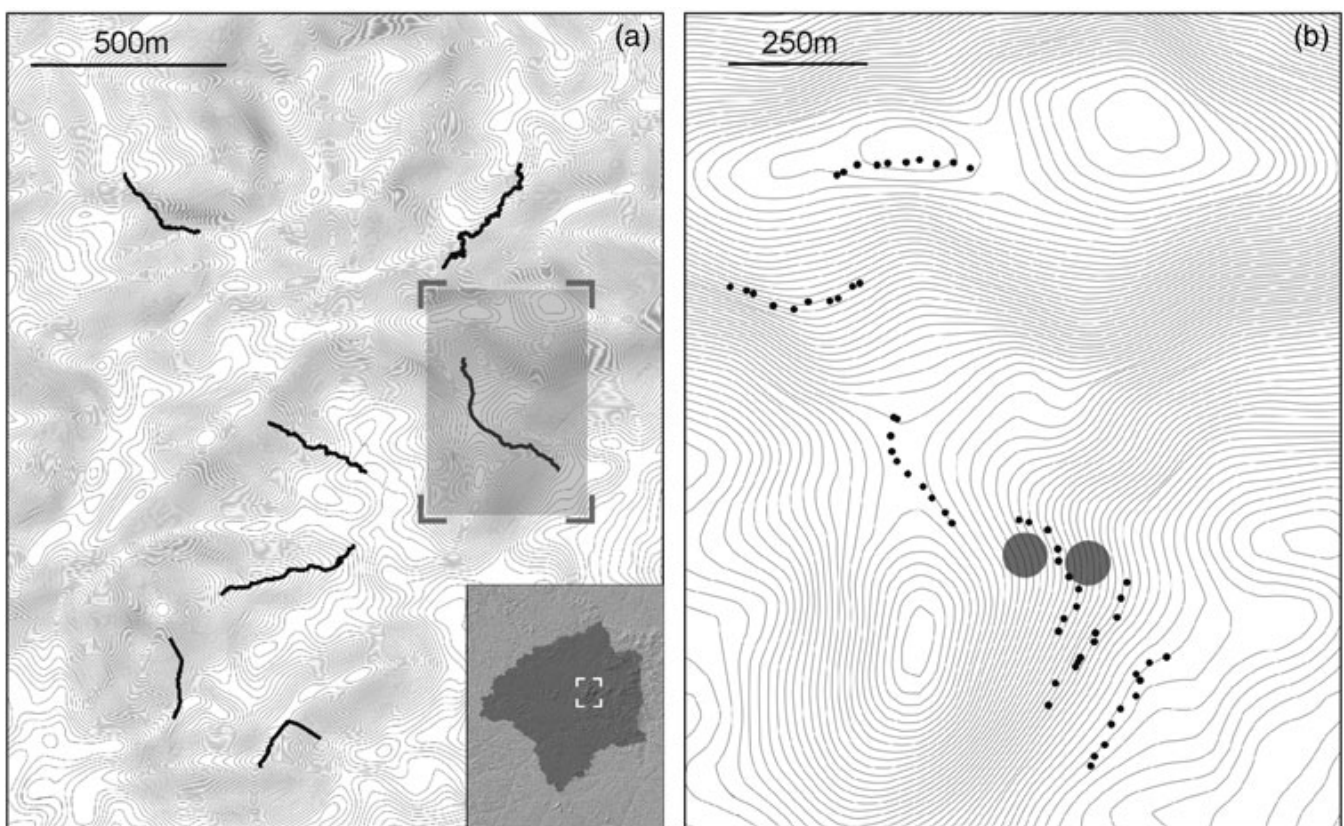


Figure 2 – (à gauche) Localisation des 7 transects altitudinaux dans le massif Balenfois (site Inselberg de la station des Nouragues) utilisés pour déterminer la probabilité de détection et la probabilité d'occupation de l'espèce par les méthodes de « **Site occupancy** ». Le transect encadré correspond à celui utilisé pour les comptages. (à droite) Localisation des transects de points d'écoute (10 points d'écoute / 6 transects à des altitudes croissantes 130m – 180m – 230m – 280m – 330m et 380m) par des méthodes de « **N-mixture** ». Adapté de Courtois et al. (2016).

Protocole 1 – « **Site occupancy** »

Des enregistreurs automatiques (SM2 - Song Meter II, wildlife acoustics) ont été disposés sur 7 gradients altitudinaux (Figure 2) afin d'estimer les probabilités de détection et d'occupation de l'espèce par « **Site occupancy** » en fonction de l'altitude. La **distance de détection par les SM2 a été évaluée à 13m** grâce à une repasse du chant effectué à 75dB. Sur chaque transect, **cinq points d'enregistrement** ont été définis aux isoclines **130, 180, 230, 280 et 330m**. Les points d'enregistrement ont été placés sur un arbre à environ 1.5m de haut, en évitant la proximité de

chablis, de talweg (zones défavorables à l'espèce), et de blocs rocheux (afin de ne pas diminuer la surface de détection). Chacun des sept transects a été **échantillonné trois fois** entre le 27 janvier et le 8 avril 2013 avec une **session de trois jours sur chaque transect** (enregistrant trois matins et trois soirs). Au cours de chaque session d'échantillonnage, les SM2 étaient disposés aux points d'enregistrement et programmés pour enregistrer l'ambiance sonore **entre 5h et 7h et entre 17h30 et 19h30**, fournissant au total **630 enregistrements de deux heures**. Les SM2 ont été couplés à des Hobo Data Loggers (HDL) enregistrant la **température, la luminosité et l'hygrométrie** et placés à proximité de chaque SM2.

Protocole 2 – « *N-mixture* »

Une estimation de la densité de mâles chanteurs par comptages répétés (« *N-mixture* ») a été effectuée sur **six transects de 300m** aux isoclines 130, 180, 230, 280, 330 et 380m (Figure 2). Dix points d'écoutes espacés de 30m chacun (soit 60 points d'écoute au total) ont été matérialisés sur chaque transects et **visités huit fois chacun** dans un ordre aléatoire, entre 18h30 et 19h, avec 2 minutes par point d'écoute.

Site Inselberg (RNN des Nouragues)

Des données sont disponibles sur ce site pour les années 2019 et 2022.

Protocole 1 – « *Site occupancy* » : **8 points d'enregistrement** à des altitudes croissantes : 130m, 155m, 180m, 205m, 230m, 280m, 330m et 380m sur le transect « Inselberg » correspondant au transect de l'étude pilote (Figure 2). En 2019, enregistrement de 5h30 à 6h30 le matin et de 18h à 19h le soir avec **3 jours d'enregistrement sur chaque point**. En 2022, points d'enregistrement identique mais seulement 2 soirs d'enregistrements et utilisation d'audiomoth au lieu des SM2¹.

Protocole 2 – « *N-mixture* » : Estimation de la densité de mâles chanteurs par comptages répétés sur six transects aux isoclines 130, 180, 230, 280, 330 et 380m avec six points d'écoutes (2 minutes par point d'écoute) espacés de 30m chacun. **En 2019, les 6 transects ont été réalisés** (soit **36 points d'écoute au total**) avec 2 ou 3 comptages par point d'écoute. En 2022, seuls deux transects aux isoclines 330 et 380m **ont été réalisés** (soit **12 points d'écoute au total**) avec 3 comptages par point d'écoute.

¹ Données non fournies par la structure

Site Aya (RNN de la Trinité)

Des données sont disponibles sur ce site pour les années 2014, 2016, 2018 et 2019.

Protocole 1 – « **Site occupancy** » : **12 points d'enregistrement** à des altitudes croissantes : 175m, 200m, 225m, 250m, 275m, 300m, 325m, 350m, 375m, 400m, 425m et 450m sur le trajet menant à l'inselberg Bénitier à proximité du camp Aya avec enregistrement de 5h30 à 6h30 le matin et de 18h à 19h le soir. Seules les données de l'année 2018 ont été analysées pour ce protocole².

Protocole 2 – « **N-mixture** » : Estimation de la densité de mâles chanteurs par comptages répétés sur deux transects aux isoclines 300 et 450m avec respectivement 9 et 10 points d'écoutes (soit **19 points d'écoute au total**, 2 minutes par point d'écoute) espacés de 30m chacun.

Site Itoupé (PAG)

En mars 2017 puis en janvier 2021, des enregistreurs automatiques (SM2 en 2017 et SM4 mini en 2021) ont été déployés sur les flancs du mon Itoupé entre le sommet et 400m d'altitude sur le flanc Ouest et 600m sur le flanc Est.

Résultats

Probabilité de détection

Un des résultats principaux de l'ensemble des données disponibles est la **très forte probabilité de détection de cette espèce à la bonne période et aux bons horaires**. Dans l'étude pilote, Les créneaux horaires de détection de l'espèce sont très restreints (de 5h30 et de 6h45 le matin et de 17h45 à 19h15 le soir) mais dans ces créneaux horaires, la probabilité de détecter l'espèce est très élevée atteignant 0.4 sur un créneau de 20 secondes le matin et 0.6 sur un créneau de 2 minutes le soir (Figure 3). De la même manière, pendant le cœur de la période de reproduction de l'espèce en début de saison des pluies entre janvier et mars, la probabilité de détecter l'espèce sur un site où elle est présente est en moyenne de 0.71 [IC95% : 0.64 – 0.78] le matin et 0.88 [IC95% : 0.78 – 0.98] le soir. A noter par contre que cette **probabilité de détection chute dramatiquement au mois de juin** (Figure 3). Cette étude n'ayant pas intégré la période entre

² Les données des autres années sont disponibles sous format brut (enregistrements) mais n'ont pas été annotés.

mars et juin, aucune information n'est disponible sur la possible diminution de l'activité de chant durant cette période. Les jeux de données additionnels (Inselberg 2019 - 45h d'enregistrement et Trinité 2018 - 54h d'enregistrement) confirment cette probabilité de détection élevée (Pdet Nouragues = 0.79 [IC95% : 0.68 – 0.90] et pdet Trinité = 0.81 [IC95% : 0.70 – 0.92]).

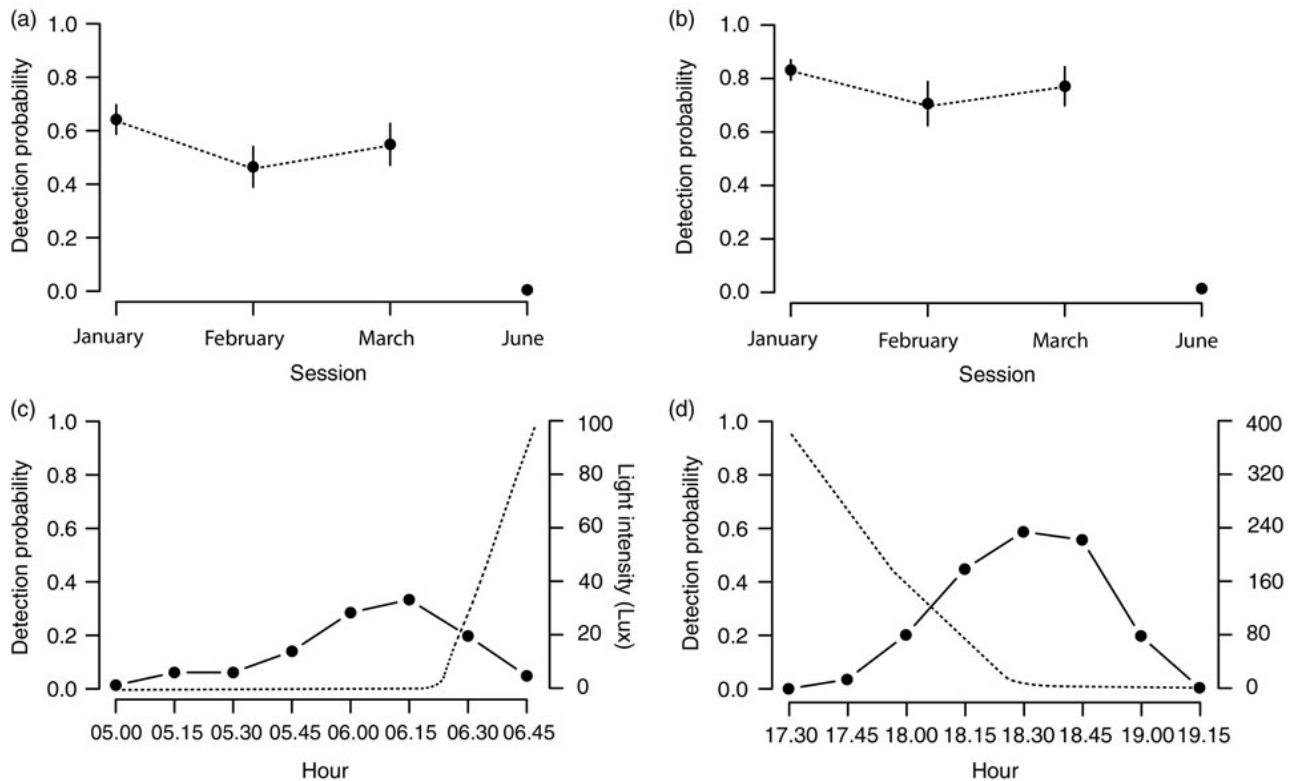


Figure 3 - Probabilité de détection de *P. espedeus* par soir en fonction du mois pour le matin (a) et le soir (b) et sur un créneau de 20 secondes en fonction de l'heure pour le matin (c) et le soir (d). Adapté de Courtois et al. (2016).

Probabilité d'occupation et limite altitudinale basse

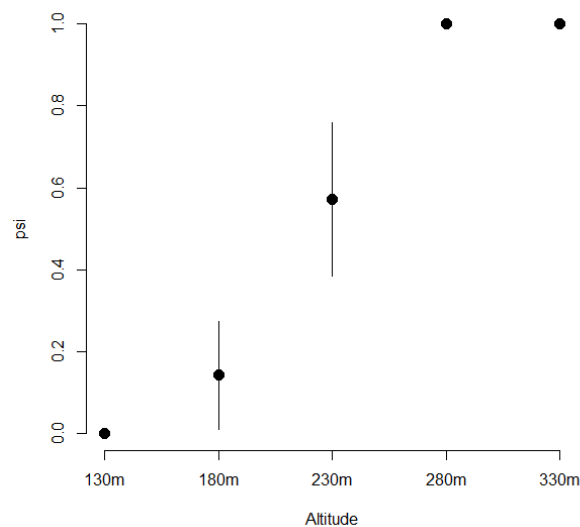


Figure 4 - Effet de l'altitude sur la probabilité d'occupation basé sur 7 transects altitudinaux dans le jeu de données de l'étude pilote de 2013.

Les trois jeux de données disponibles montrent :

- (1) Qu'il y a bien un **effet de l'altitude sur la probabilité d'occupation** (Figure 4).
- (2) Que **la limite altitudinale basse de l'espèce sur un même site peut dépendre de facteurs locaux**. En effet, dans l'étude de 2013, la limite altitudinale basse de l'espèce sur les 7 transects suivis variait entre 180 et 280 m en fonction des transects (Courtois et al., 2016).
- (3) Que cette **limité altitudinale basse dépend également des sites**. En effet, sur le

transect suivi sur la Trinité, la limite altitudinale basse de l'espèce est de 275 m tandis que les données préliminaires sur le site du mont Itoupé indique que la limite altitudinale basse de l'espèce se situe entre 500 et 600m d'altitude sur le flanc Ouest et au-dessus de 600m d'altitude sur le flanc Est.

Abondance moyenne

L'abondance **moyenne des mâles chanteurs, estimée en « N-mixture », varie en fonction de l'altitude** et est maximum pour 230 m sur le site Inselberg (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ce patron identifié dans l'étude de 2013 a été confirmé en 2019. Les données de 2022 ne permettent pas de suivre ce patron puisque seuls les transects les plus élevés ont été suivis (Figure 5). Sur le site de la Trinité, l'abondance moyenne est maximale pour le sommet (450m) et ce patron est constant entre 2013 et 2018 (Figure 5).

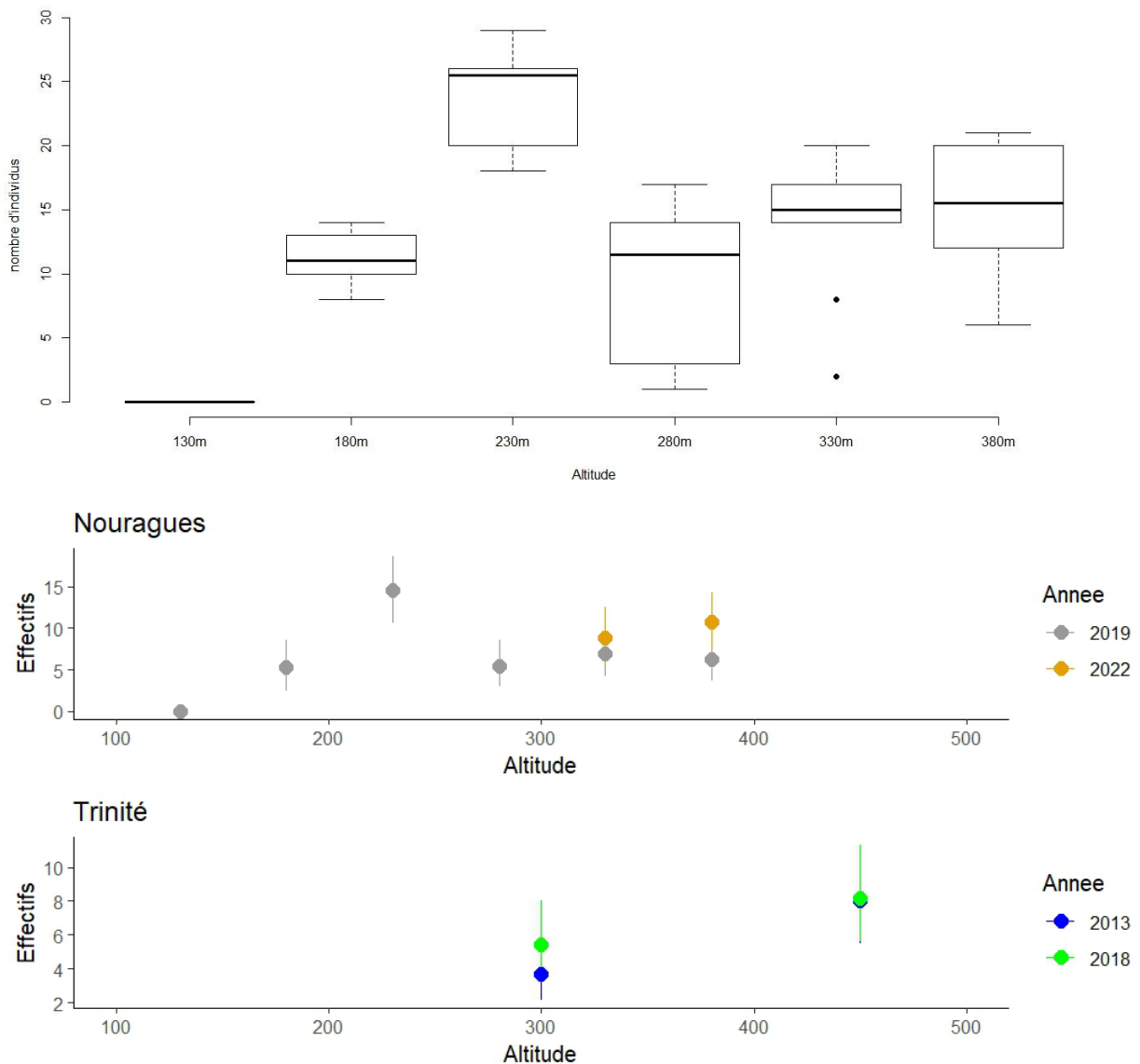


Figure 5 - Abondance moyenne des mâles chanteurs par points d'écoute. (En haut) Sur le site Inselberg des Nouragues dans l'étude pilote de 2013 et (en bas) comparaison entre les sites Nouragues et Trinité pour les années où des données sont disponibles.

Conclusion

L'analyse des données fournies par les différentes structures amène à plusieurs conclusions :

- (1) **Aucune donnée de tendance fiable** n'est pour le moment disponible pour cette espèce.
- (2) La forte probabilité de détection de l'espèce en « *Site occupancy* » (>0.8) implique que seules **deux occasions d'enregistrement** sont nécessaires pour estimer la présence ou l'absence de l'espèce sur un point donné avec une erreur inférieure à 0.05%.
- (3) La probabilité d'occupation de l'espèce **augmente avec l'altitude** et la variabilité de la limite altitudinale basse en fonction des sites et des conditions locales nécessite le suivi de **plusieurs transects altitudinaux**, dans l'idéal couvrant un maximum de l'aire de répartition de l'espèce.
- (4) **L'abondance moyenne des mâles chanteurs** peut être efficacement estimé par comptage répété sur des points d'écoute. Un **minimum de 8 à 10 points d'écoute** avec dans l'idéal 3 passages par point d'écoute et par classe d'altitude permet de capturer la variabilité et d'obtenir une estimation plus fiable. Au vu de la variabilité d'abondance par altitude, il est nécessaire d'avoir plusieurs transects à altitude constante par site.

Références

Courtois, E. A., Michel, E., Martinez, Q., Pineau, K., Dewynter, M., Ficetola, G. F., & Fouquet, A. (2016). Taking the lead on climate change: Modelling and monitoring the fate of an Amazonian frog. *Oryx*, 50(3), 450–459.

Annexe IV. Nouveau protocole ! : « Test d'un protocole de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) »

Test d'un protocole de suivi par site
occupancy / N-mixture sur la
podocnémide de Cayenne
(*Podocnemis unifilis*)



Titre : Test d'un protocole de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*)

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Elle a été rendue possible par l'implication des acteurs Kwata, Parc Amazonien de Guyane et RNN des marais de Kaw-Roura ayant réalisé la prise de données sur le terrain.



Référence à utiliser : Courtois E.A., 2025 – Test d'un protocole de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*). Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 8 p.

Contexte

La podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) est une tortue fluviatile largement distribuée en Amérique du Sud, de la Colombie au Brésil en passant par le plateau des Guyanes. Toutefois, la réduction importante (20% au moins) de ses populations au cours des 10-15 dernières années liée aux prélèvements, au déclin de son aire d'occupation, et à la diminution de la qualité de ses habitats (orpaillage, déforestation, projets hydroélectriques), l'a conduite à être classée comme **Vulnérable sur les listes rouges UICN mondiale**. En Guyane Française, la répartition de l'espèce s'étend sur les lits majeurs de l'Oyapock, de l'Approuague et de la Comté ainsi que de leurs affluents. L'espèce est présente également le long des rivières dans les savanes inondées de la réserve naturelle de Kaw-Roura. Quelques observations récentes suggèrent également la présence de l'espèce sur le fleuve Kourou et dans les savanes inondées de Guatemala. Bien qu'elle soit intégralement protégée avec habitat en Guyane, elle **souffre de braconnage des œufs et de chasse des adultes**. Sur l'Approuague, les sites de ponte, a priori rares et localisés, sont très bien connus des populations de Régina qui les exploitent annuellement. Sur l'Oyapock, les œufs sont également collectés et les adultes tués au fusil pour la consommation de viande. Elle est également considérée comme **Vulnérable sur la liste rouge UICN régionale**.

Depuis plusieurs années, quatre structures récoltent des données protocolées de **type « indice kilométrique d'abondance »** sur cette espèce : l'association KWATA, la réserve naturelle des Nouragues, la réserve Naturelle Nationale des Marais de Kaw-Roura et le Parc Amazonien de Guyane. Par ailleurs, les sciences participatives, via la base de données Faune-Guyane, représentent un apport important de données non protocolées de présence de l'espèce. Les analyses réalisées dans le cadre du projet POP ont montré que l'utilisation des indices d'abondance pour le suivi de cette espèce n'est pas une bonne stratégie à long terme et recommandait le passage à un protocole en « Site occupancy » et « N-mixture ». L'objectif de la présente étude est de tester ce protocole et proposer un protocole de suivi type pour cette espèce en Guyane.

Protocole

Six transects ont été définis, couvrant une grande partie des fleuves utilisés par l'espèce en Guyane (Figure 1). Ces transects varient entre 25 et 73 km totalisant **258 kms**. Chaque transect a été parcouru **4 fois** entre août et novembre 2025 entre 9H et 17H30 en se plaçant au maximum dans de bonnes conditions d'observation de l'espèce (Tableau 1). Le transect de la Comté n'a été

parcours que 3 fois pour des raisons logistiques. Deux observateurs munis de jumelles étaient en charge de la détection des individus et de la saisie des données sur une pirogue se déplaçant à vitesse réduite. A chaque passage, tous les individus détectés de *P. unifilis* ont été notés avec les paramètres suivants : géolocalisation précise, date et heure, estimation de la taille (Petite / Moyenne / Grande), rive sur laquelle se trouve l'individu et support d'insolation. Au total, 223 individus de l'espèce ont été détectés (Tableau 2).

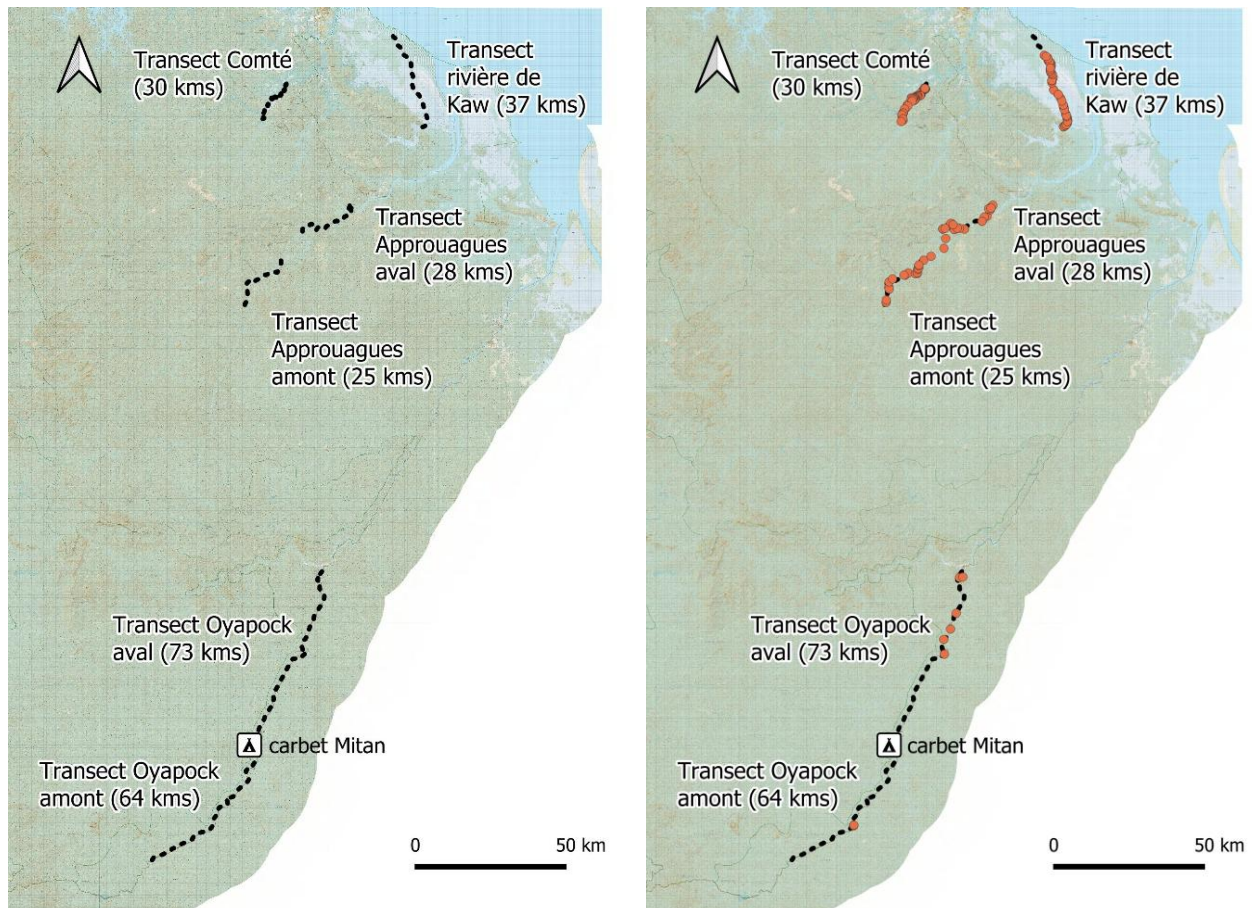


Figure 1 - Cartographie des transects à gauche et des observations à droite.

Analyse des données

Les transects ont été redécoupés en sous transects de 2 kms, totalisant 127 unités (une unité étant représenté par un linéaire de 2 kms de fleuve). Ce jeu de données (129 unités, 4 passages) a été utilisé pour mener une analyse en site occupancy (présence/absence) et en N-mixture (comptages répétés).

Tableau 1 - Détails sur les passages réalisés sur les différents transects.

Date	Transect	Numéro passage	Heure début	Heure fin	Structure	observateur 1	observateur 2
23/10/2024	Comté	1	09:30	13:36	KWATA	Benoit de Thoisy	Thibault Lebrun
14/11/2024	Comté	2	09:30	13:30	KWATA	Benoit de Thoisy	Laurène Cippe
26/11/2024	Comté	3	10:00	13:30	KWATA	Benoit de Thoisy	Thibault Lebrun
17/08/2024	Approuague aval	1	10:30	14:07	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
18/08/2024	Approuague aval	2	09:30	13:15	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
17/08/2024	Approuague amont	1	14:42	17:10	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
18/08/2024	Approuague amont	2	15:00	17:30	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
02/09/2024	Approuague aval	3	10:00	13:15	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
03/09/2024	Approuague aval	4	14:30	17:00	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
02/09/2024	Approuague amont	3	14:00	17:00	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
03/09/2024	Approuague amont	4	09:00	13:00	KWATA	Benoit de Thoisy	Cyrielle Carrasqueira
02/10/2024	Oyapock amont	1	09:00	17:34	PAG	Florence Kouyouli	Vinicius Cosmos Benvegno
03/10/2024	Oyapock amont	2	11:16	17:00	PAG	Florence Kouyouli	Fernanda Colares Brandao
04/10/2024	Oyapock amont	3	09:00	17:00	PAG	Florence Kouyouli	(Yves et Luc en piroguiers)
05/10/2024	Oyapock amont	4	09:00	17:00	PAG	Florence Kouyouli	Jean-Michel Miso
02/10/2024	Oyapock aval	1	09:00	17:00	PAG	Guillaume Longin	Joilson Rodrigues Dos Santos
03/10/2024	Oyapock aval	2	09:30	17:00	PAG	Guillaume Longin	Joilson Rodrigues Dos Santos
05/10/2024	Oyapock aval	3	09:45	16:30	PAG	Guillaume Longin	Bertrand Pawey
06/10/2024	Oyapock aval	4	09:40	15:25	PAG	Guillaume Longin	Bertrand Pawey
14/10/2024	Rivière de Kaw	1	11:05	13:24	RNNKR	Samuel Youyoutte	Cristina Marqués Ferri
15/10/2024	Rivière de Kaw	1	09:05	11:22	RNNKR	Samuel Youyoutte	Cristina Marqués Ferri
16/10/2024	Rivière de Kaw	1	09:07	11:28	RNNKR	Samuel Youyoutte	Cristina Marqués Ferri
18/10/2024	Rivière de Kaw	1	11:09	12:30	RNNKR	Samuel Youyoutte	Adelson Forte

Tableau 2 - Nombre d'individus par classe de taille pour les différents transects.

Transects	Grande	Moyenne	Petite	Non estimée	Total
Comté	3	39	32		74
Rivière de Kaw	10	35	44	2	91
Approuagues amont		13	12		25
Approuagues aval	4	11	9		24
Oyapock amont		2	4		6
Oyapock aval		2	1		3
Total	17	102	102	2	223

Site occupancy

Des modèles prenant ou non en compte le transect sur la probabilité de détection et/ou d'occupation ont été comparés. Le modèle le plus adapté aux données et celui prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection (Tableau 3).

Tableau 3 - Comparaison des modèles de site occupancy avec un effet de la localisation du transect (loc) sur la probabilité de détection (p) et la probabilité d'occupation (phi).

	modèles	nPars	AIC	delta
site occupancy	p(loc)phi(.)	7	357.94	0
	p(loc)phi(loc)	12	359.88	1.94
	p(.)phi(loc)	7	382.38	24.43
	p(.)phi(.)	2	457.05	99.1

En utilisant ce modèle, la probabilité de détection (probabilité de détecter au moins un individu de *P. unifilis* sur un linéaire de 2 kms de fleuve sachant qu'elle y est présente) est estimée très basse pour le fleuve Oyapock, intermédiaire pour le fleuve Approuagues ($p \sim 0.3$) et élevée pour le fleuve Comté et la rivière de Kaw ($p \sim 0.6$) (Figure 2). En utilisant ces probabilités de détection, le nombre de passage nécessaire serait de 2 pour le fleuve Comté et la rivière de Kaw et de 5 pour le fleuve Approuagues. Ceci se calcule avec la formule suivante : $K = \frac{\log(1-p)}{\log(1-p')}$ où K est le nombre de passages, p la puissance (0.8) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population. La probabilité d'occupation (probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 2 kms de fleuve) moyennée sur l'ensemble des sites est estimée à **0.90 [IC 95% 0.75-0.96]**.

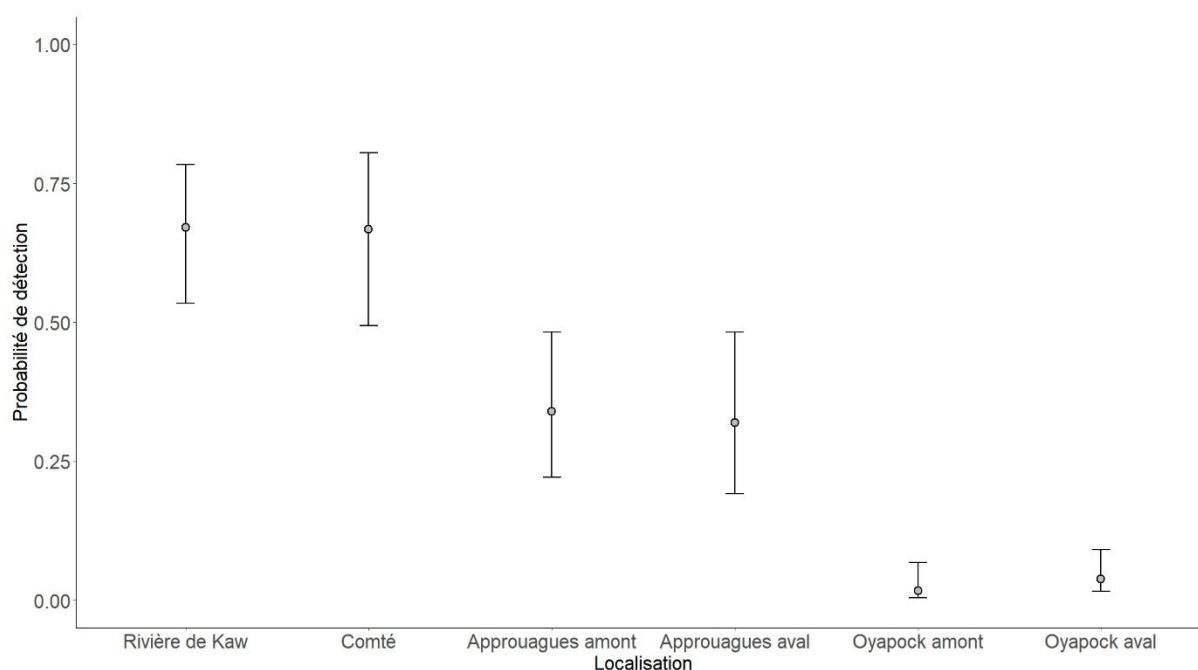


Figure 2 - Probabilités de détection (avec intervalle de confiance à 95%) pour les différents transects estimés par site occupancy.

N-mixture

Des modèles prenant ou non en compte le transect sur la probabilité de détection individuelle et/ou l'abondance ont été comparés. Le modèle le plus adapté aux données et celui prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection (Tableau 4). Au vu du très faible nombre de contacts réalisés sur les transects de l'Oyapock, les estimations d'abondance moyenne n'ont été faites que sur les sous-transects de la rivière de Kaw, de l'Approuagues et de la Comté (59 sous-transects). Comme pour les modèles de site occupancy, le modèle le plus adapté aux données et celui prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection (Tableau 4). En utilisant ce modèle, on estime une abondance entre 3.8 et 17.6 individus par transect de 2 kms (Figure 3) pour une abondance moyenne de **7.9 [IC 95% 7.2 – 8.6] individus pour 2 kms de linéaire de fleuve.**

Tableau 4 - Comparaison des modèles de site occupancy avec un effet de la localisation du transect (loc) sur la probabilité de détection individuelle (p) et l'abondance moyenne (N).

	modèles	nPars	AIC	delta
N-mixture	p(loc)N(.)	7	720.08	0
	p(loc)N(loc)	12	721.4	1.31
	p(.)N(loc)	7	721.83	1.75
	p(.)N(.)	2	940.12	220.03

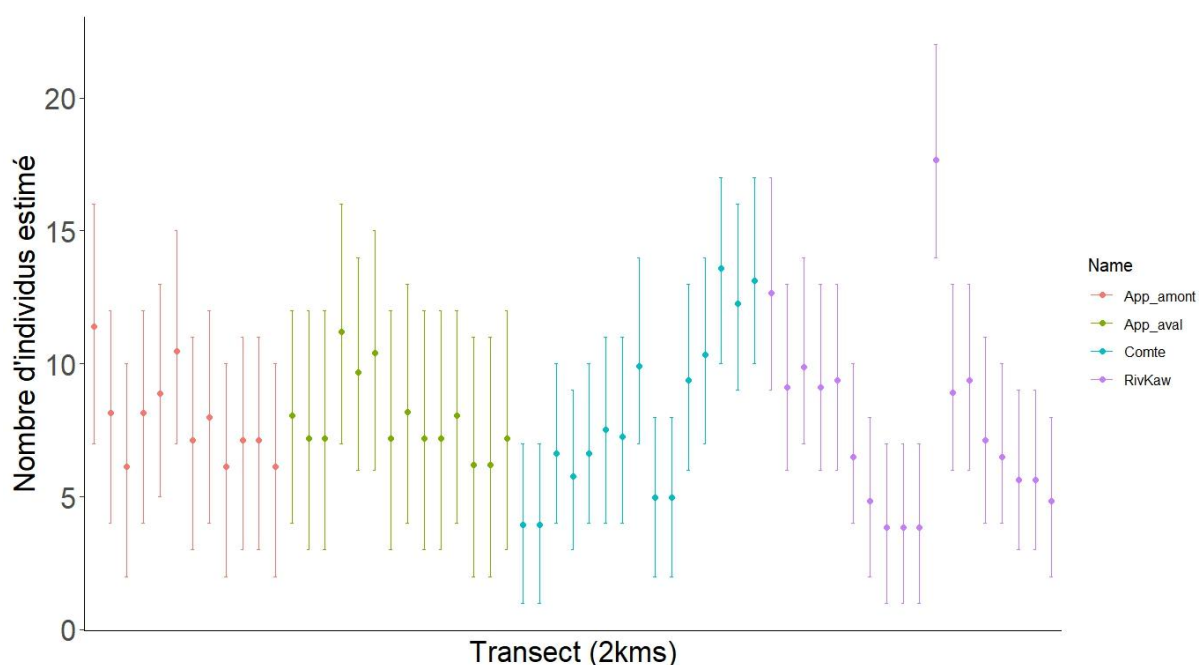


Figure 3 - Nombres d'individus estimés pour chacun des 59 sous-transects de 2 kms pour la rivière de Kaw (RivKaw), l'Approuagues (App_amont et App_aval) et la Comté.

Conclusions et préconisations

Les résultats de ce protocole pour les fleuves Compté, Approuagues et rivière de Kaw montrent qu'il serait bien adapté pour un suivi à long terme de l'espèce. Afin de prendre en compte la probabilité de détection plus faible pour le fleuve Approuagues, nous recommandons de conserver au **4 passages** par transect. Les résultats pour le fleuve Oyapock n'ont pas permis une bonne estimation pour ce site. Il conviendrait de (1) diminuer la longueur des transects en conservant 2 transects entre 20 et 30 kms autour du carbet mitan, (2) modifier la période afin de réaliser le suivi plus tôt dans la saison pour que les niveaux d'eau permettent un cheminement plus facile.

Annexe V. Nouveau protocole ! : « Étude du Caïman à lunette (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des Pripris de Yiyi : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme »

**ÉTUDE DU CAIMAN A LUNETTES (*CAIMAN
CROCODILUS*) SUR LA RESERVE DES PRIPRIS
DE YIYI :**

**ÉTUDE PILOTE POUR LA PRÉFIGURATION
D'UN SUIVI À LONG TERME**

Titre : Etude du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des pripris de Yiyi : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme

Client : Sépanguy

Interlocuteur : Laure Molinier

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions Raphaëlle Rinaldo pour l'appui au montage de cette étude ainsi que Laure Molinier pour son aide sur le terrain.

Référence à utiliser : Courtois E.A., 2024 – Etude du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des pripris de Yiyi : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme. Société Herpétologique de France, ENIA, Sépanguy, 15 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	4
Présentation de l'espèce	5
Objectifs de l'étude sur les Pripris de Yiyi	6
Protocole	7
Récolte des données	7
Analyses statistiques	9
Résultats	9
Analyse en « Distance sampling »	9
Analyse en « Site occupancy » et « N-mixture »	11
Conclusions et préconisations	14
Bibliographie	14

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 – Le Caïman à lunettes (<i>Caiman crocodilus</i>) sur le site des Pripris de Yiyi. La crête osseuse entre les 2 yeux y est bien visible (@ E. Courtois).....	5
Figure 2 - (A) Répartition mondiale du caïman à lunette (source UICN) et (B) distribution en Guyane Française de l'espèce (source Faune-Guyane).....	6
Figure 3 - Localisation des 13 transects sur la zone du marais.	7
Figure 4 - Histogramme du nombre d'observations en fonction de la distance perpendiculaire au transect pour les données brutes (à gauche) et les données définies (en 6 catégories (à droite).....	9
Figure 5 - Fonction de détection déterminée en utilisant les données catégorisées et une fonction de type half normale sans paramètres d'ajustement.....	11
Figure 6 - Unités (sous transects de 50m) et observations utilisées pour l'analyse en site occupancy et N-mixture.....	12
Figure 7 - Nombre d'individus (avec intervalle de confiance à 95%) estimé en utilisant un modèle de N-mixture pour chacun des 63 sous-transect de 50m.	13
Figure 8 - Densités estimées pour chacun des transects en utilisant les estimations issues des modèles de N-mixture. Les lignes pointillées rouge et bleue et les intervalles de confiance associées indiquent les densités moyennes estimées en utilisant respectivement les méthodes de N-mixture et de distance sampling.	13
Tableau 1 - Sélection de modèles en distance sampling en utilisant les données brutes ou les données catégorisées et des fonctions de détection de type half normale (hn) ou hazard rate (hr).	10

Présentation de l'espèce

Le Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) est un crocodilien reconnaissable grâce à sa **crête osseuse transversale** entre les deux yeux (Figure 1), qui est à l'origine de son nom vernaculaire. Le Caïman à lunette est **largement distribué en Amérique du sud** (Figure 2). En Guyane, il se retrouve surtout sur le littoral, avec quelques rares données dans les terres le long des grands fleuves, dans les barranques liées à l'orpaillage ou dans les lacs isolés du Sud de la Guyane (Figure 2). Cette espèce montre une nette préférence pour les milieux ouverts et les zones stagnantes : savanes inondées, formations herbacées du littoral, rivières, marais, lacs, etc. Il est également présent en mangroves et bords de mer. Relativement opportuniste en Guyane, il est possible de l'observer près des habitations, en bords de route, ainsi que dans les stations de lagunage et les canaux de drainage urbains.



Figure 1 – Le Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) sur le site des Pripris de Yiyi. La crête osseuse entre les 2 yeux y est bien visible (@ E. Courtois)

Le Caïman à lunette est classé « Préoccupation mineure » dans la liste rouge régionale et mondiale des espèces menacées de l'IUCN (2017) et est inscrit dans l'Annexe II de la CITES (1977). En Guyane, il est **autorisé à la chasse mais interdit au commerce**. Cette espèce semble supporter relativement bien l'anthropisation de son habitat mais certaines populations régressent, du fait de la chasse mais également de part la destruction de son habitat (comme le remblai des marais).

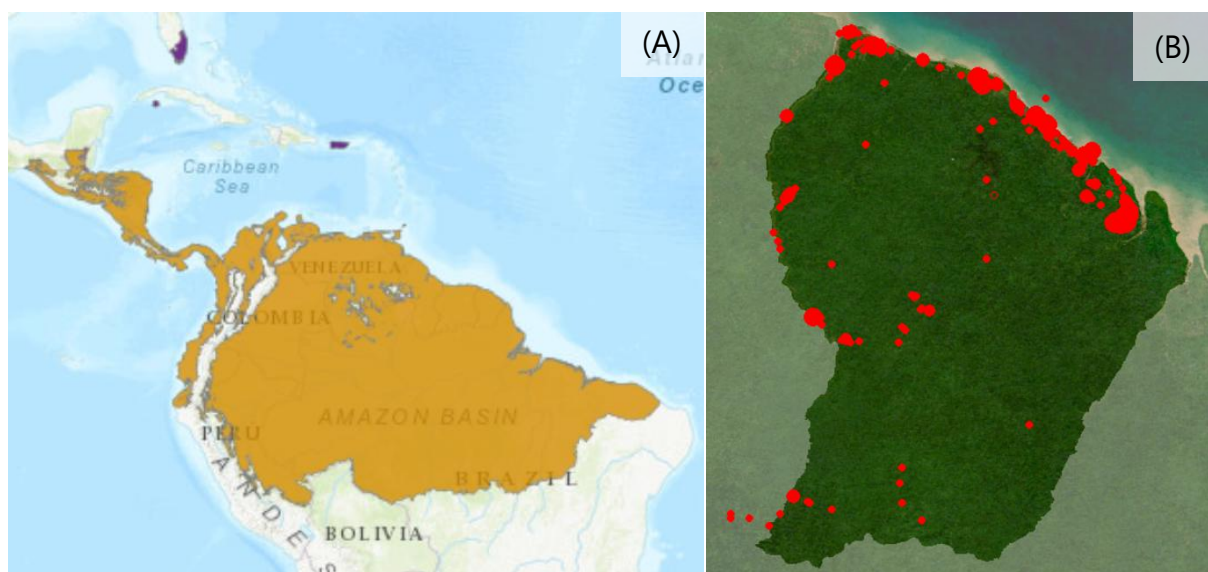


Figure 2 - (A) Répartition mondiale du caïman à lunette (source UICN) et (B) distribution en Guyane Française de l'espèce (source Faune-Guyane).

Objectifs de l'étude sur les Pripris de Yiyi

Le site des pripris de Yiyi, propriété du Conservatoire du Littoral, s'étend sur environ 1000 ha, entre les communes de Sinnamary et d'Iracoubo. Cette **zone humide** constitue l'un des 3 sites Ramsar du département. Elle est gérée conjointement par la Mairie de Sinnamary et l'association SEPANGUY depuis 2009. Plusieurs études ont été menées sur les caïmans des marais de Yiyi, et ces travaux ont permis de confirmer la **présence et la reproduction** du Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) et du Caïman rouge (*Paleosuchus palpebrosus*) sur le site. Les Caïman à lunettes y sont **largement majoritaire sur la zone de marais** avec seulement de rares observations de caïmans rouge au niveau de la crique Canceler, de la crique Yiyi et des canaux internes. Au niveau de la structure de la population, on y observe un **déséquilibre en faveur des individus plus jeunes** avec un déficit de grands individus, ce qui est typique d'une population ayant subi une forte pression de chasse (de Thoisy, 2000, Ouboter & Nanhoe, 1989). Les estimations de densité et les suivis réalisés depuis les années 2000 ont eu lieu en utilisant des **méthodologies variant avec le temps et ne permettant pas une estimation fiable et robuste des tendances de population** (Veinante 2018).

Le gestionnaire du site ne dispose donc actuellement pas d'un protocole permettant d'acquérir des tendances de populations de caïman à lunette sur le long terme. Une opération de gestion visant à la **réouverture du milieu** étant envisagée dans les années à venir, il devient crucial de disposer de ce type d'information. L'objectif de la présente étude est donc de **travailler à la définition d'un protocole robuste permettant de suivre la distribution et la densité des**

caïmans à lunette sur le site des Pripris de Yiyi. Au vu du faible nombre d'observation d'adultes sur le site, ce protocole se concentrera sur la densité et la distribution des caïmans juvéniles. Le protocole testé se basera sur des méthodes mixtes de « **Site Occupancy** » (présence/absence) et de « **N-mixture** » (comptage répété). Il testera également la faisabilité de l'estimation de la densité par la méthode de « **Distance Sampling** ».

Protocole

Récolte des données

Nous avons défini **13 transects** (Figure 3) couvrant au maximum la zone accessible du marais des pripris de Yiyi et totalisant un linéaire de 3118 m. Chacun de ces transects a été parcouru **4 fois** de nuit entre 19h et 23h en canoé à faible vitesse avec 2 personnes (E. Courtois et L. Molinier) équipées de lampes frontales puissantes et formées à la détection des caïmans. Les suivis ont eu lieu les 21/08/2024, 22/08/2024, 28/08/2024 et 29/08/2024 et chaque transect était parcouru une fois par nuit pour chaque jour de suivi.



Figure 3 - Localisation des 13 transects sur la zone du marais.

Tableau 1 - Nombre d'observations par passage et par transect pendant le suivi réalisé en 2024.

Transects	21/08/2024	22/08/2024	28/08/2024	29/08/2024	Total
T01	4	3	2	3	12
T02	10	15	14	14	53
T03	11	10	11	13	45
T04	1	1	0	0	2
T05	20	25	26	26	97
T06	13	12	12	12	49
T07	4	2	4	3	13
T08	4	6	8	8	26
T09	2	3	1	3	9
T10	3	5	3	4	15
T11	5	3	5	6	19
T12	1	3	2	2	8
T13	3	4	6	7	20
Total	81	92	94	101	368

Pour chaque caïman détecté, un formulaire kobotoolbox avait été mis en place, permettant de noter :

- L'espèce de caïman détectée (*C. crocodilus* ou *P. palpebrosus*).
- L'heure de l'observation et le point GPS sur le transect en se positionnant perpendiculairement à l'individu observé ;
- La distance à l'individu, mesurée précisément avec un télémètre, en se plaçant perpendiculairement à l'individu.

Au total, 371 observations ont été réalisées, avec **368 observations de caïmans à lunette** (Tableau 1) et 3 observations de caïmans rouge. A noter que pour les individus les plus éloignés, l'identification à l'espèce était attribuée par défaut à des caïmans à lunette. Sur ces zones de marais où la détection éloignée est possible, les caïmans rouges y sont extrêmement rares et l'erreur associée à une potentielle erreur d'assignation très limitée. L'estimation de la taille des individus, notamment celle des individus les plus éloignés pour lesquels seul l'œil est visible à la lampe, est également impossible à faire sur le terrain. Nous avons donc décidé dans les analyses de conserver l'ensemble des observations de caïmans à lunette incluant une large majorité de juvéniles et quelques individus adultes.

Analyses statistiques

Nous avons réalisé trois types d'analyses avec le jeu de données généré par cette étude :

- Analyse en « **Distance sampling** » : cette analyse permet de d'estimer la densité d'individu par surface prospectée en construisant une fonction de détection utilisant les distances perpendiculaires aux transects où les individus ont été localisés.
- Analyse en « **Site occupancy** » : cette analyse permet de déterminer la probabilité qu'une unité (sous-transect d'une longueur déterminée) soit occupé ou non par au moins un individu (présence/absence). Pour cela, les transects sont découpés en plus petites unités d'une longueur égale.
- Analyse en « **N-mixture** » : cette analyse utilise le même jeu de données que celui construit pour l'analyse en site occupancy mais en se basant sur un nombre d'individu compté par sous-transect et par passage. Elle permet d'estimer l'abondance moyenné (le nombre d'individus) par unité.

Résultats

Analyse en « *Distance sampling* »

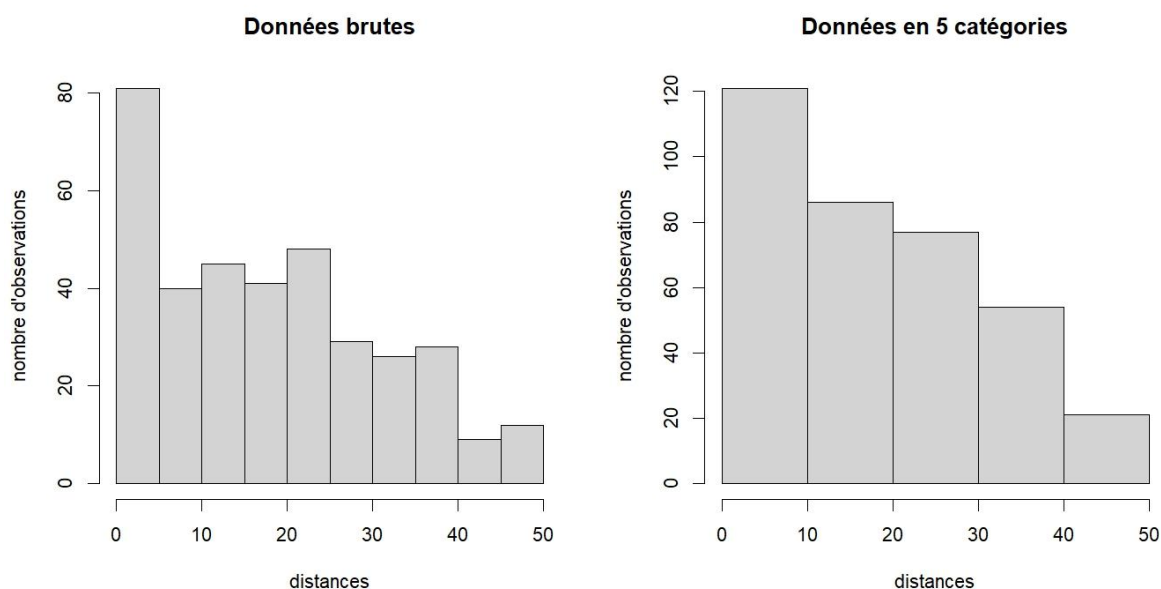


Figure 4 - Histogramme du nombre d'observations en fonction de la distance perpendiculaire au transect pour les données brutes (à gauche) et les données définies (en 6 catégories (à droite)).

Nous avons tronqué les données à 50 m de distance et cette analyse est donc basée sur **359 détections**. L'histogramme des distances de détection présente une répartition décroissante

typique avec plus d'individus aux plus faibles distances et de moins en moins au fur et à mesure que la distance d'observation augmente (Figure 4). Afin d'améliorer la forme de cet histogramme pour l'analyse en « Distance sampling », nous avons défini 5 catégories de distance entre 0 et 50 m (0-10m, 10-20m, 20-30m, 30-40m, 40-50m) (Figure 4).

Nous avons comparé 4 modèles :

- Un modèle utilisant les données brutes et une fonction de détection de type « half normale » sans paramètres d'ajustement.
- Un modèle utilisant les données brutes et une fonction de détection de type « hazard rate » sans paramètres d'ajustement.
- Un modèle utilisant les données catégorisées définies précédemment et une fonction de détection de type « half normale » sans paramètres d'ajustement.
- Un modèle utilisant les données catégorisées et une fonction de détection de type « hazard rate » sans paramètres d'ajustement.

Le modèle le mieux adapté aux données est celui utilisant les données catégorisées définies précédemment et une fonction de détection de type « half normale » (Tableau 2, Figure 5). Le test d'adéquation (goodness of fit) de ce modèle indique une pvalue égale à 0.24 assurant sa validité. En utilisant ce modèle, on estime une densité de caïmans égale à **18.47 individus par hectare [IC 95% 16.36 -20.57]**.

Tableau 2 - Sélection de modèles en distance sampling en utilisant les données brutes ou les données catégorisées et des fonctions de détection de type half normale (hn) ou hazard rate (hr).

Modèles	df	AIC	Delta
Données catégorisées / hn	1	1164.4	0.0
Données catégorisées / hr	2	1171.0	6.6
Données brutes / hn	1	2876.6	1712.2
Données brutes / hr	2	2884.4	1720.0

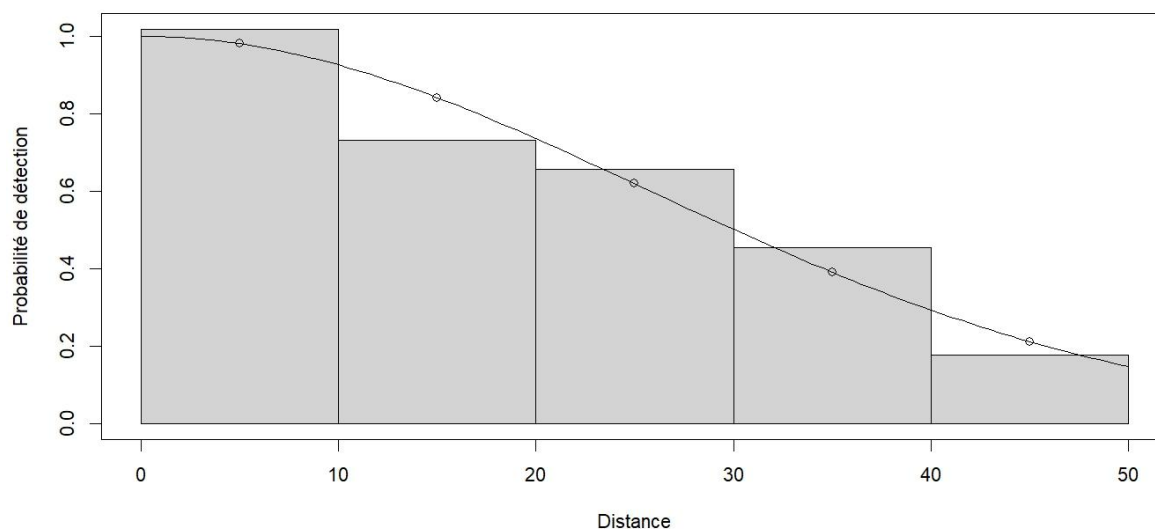


Figure 5 - Fonction de détection déterminée en utilisant les données catégorisées et une fonction de type half normale sans paramètres d'ajustement.

Analyse en « *Site occupancy* » et « *N-mixture* »

Dans les analyses en « **Site occupancy** » et en « **N-mixture** », on ne considère pas l'effet potentiel de la distance de l'individu à l'observateur sur la probabilité de détection. Au-delà de 20 m de distance perpendiculaire au transect, la probabilité de détection des individus diminue fortement (Figure 5). Pour ces analyses, nous avons donc conservé uniquement les données de détection dans une bande de 20 m de chaque côté des transects. Nous avons ensuite découpé les transects en unités linéaires (sous-transects) de 50 m. Ces analyses sont donc basées sur des détections / non détections (site occupancy) ou sur des comptages répétés (N-mixture) totalisant **208 observations sur 63 unités linéaires** (sous-transects de 50m).

La **probabilité de détection** (probabilité de détecter au moins un caïman sur une bande de 40 m d'un transect de 50 m sachant qu'il y est présent) estimée avec un modèle de site occupancy simple (probabilité de détection et d'occupation constante sur l'ensemble du site) est estimée à **0.50 [IC 95% 0.42 – 0.59]**. Avec une telle probabilité de détection, **quatre passages** sont nécessaires pour avoir une probabilité de 95% de détecter l'espèce si elle est présente sur une unité de site (i.e. un linaire de 50 m). Ceci se calcule avec la formule suivante :

$$K = \frac{\log(1 - p)}{\log(1 - p')}$$

où K est le nombre de passages, p la puissance (0.95) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population (Mackenzie & Royle, 2005). La **probabilité d'occupation**

de l'espèce sur le site (i.e. la probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 50 m) est estimée à **0.73 [IC 95% 0.58 – 0.83]**. La bonne probabilité de détection de l'espèce permet une estimation assez précise de la probabilité d'occupation avec un intervalle de confiance à 95%.

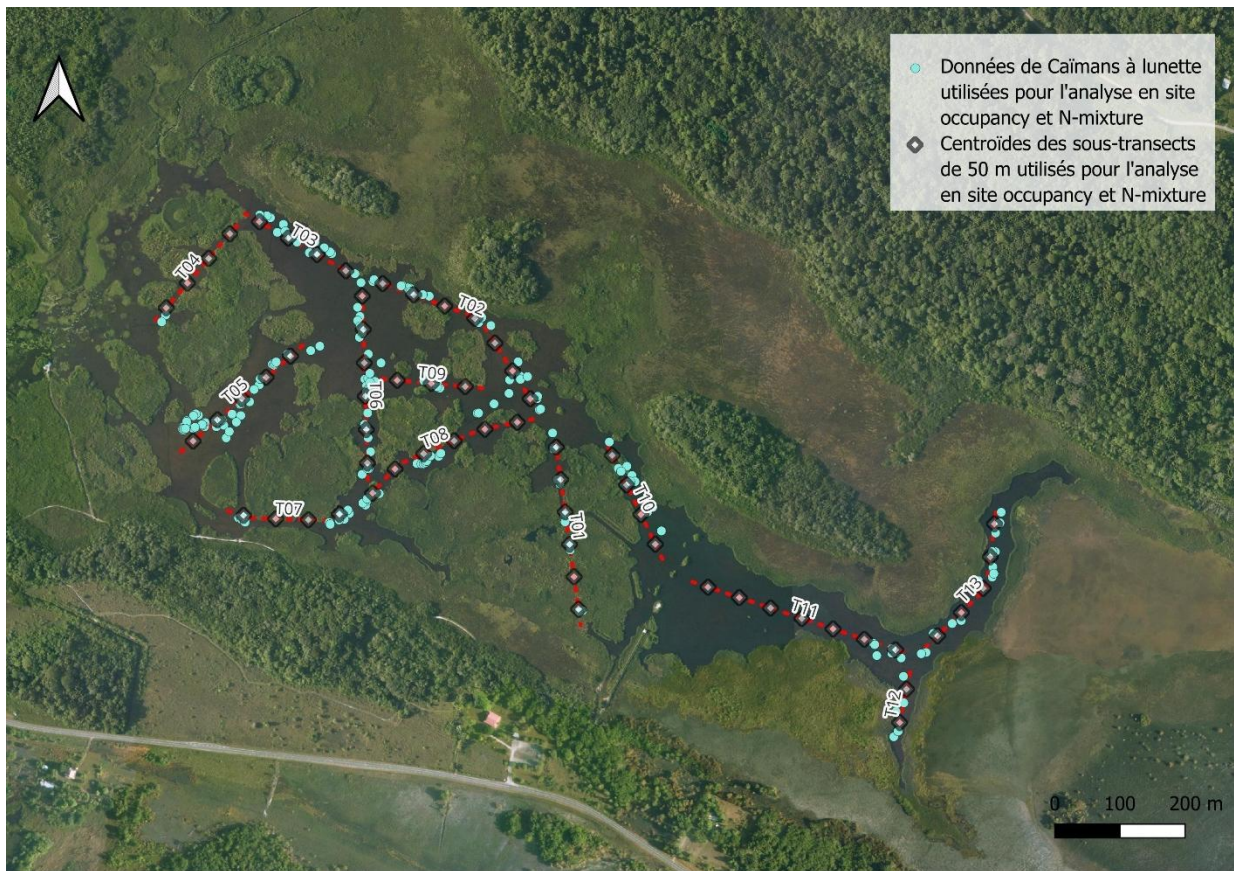


Figure 6 - Unités (sous transects de 50m) et observations utilisées pour l'analyse en site occupancy et N-mixture.

En utilisant un modèle de N-mixture, on estime la probabilité de détection individuelle (probabilité de détecter un individu en particulier) à 0.17 [IC 95% 0.09-0.28]. Le nombre moyen d'individus par sous-transect **varie entre 1.8 et 9.7 individus par sous transect** (Figure 7). Nous avons utilisé ces données pour estimer une densité moyenne et la comparer avec celle estimée en distance sampling (Figure 8). Pour cela, nous avons moyenné le nombre d'individus par sous-transect et l'avons ramené à une densité en considérant que ce nombre d'individu se rapporte à une surface de 2000 m² (bande de 2*20m = 40m autour d'un linéaire de 50m – 50*40=2000m²). Les intervalles de confiance ont été générés par bootstrap. Les densités estimées par cette méthode varient entre 10 individus / ha pour le transect T04 et 33 individus par hectare pour le transect T05 (Figure 8). La densité moyenne estimée avec ce modèle est de **19.0 individus/ha [IC 95% 16.0 – 22.0]** ce qui est similaire à la densité de 18.47 individus par hectare [IC 95% 16.36 -20.57] estimée en utilisant la méthode de distance sampling (Figure 8).

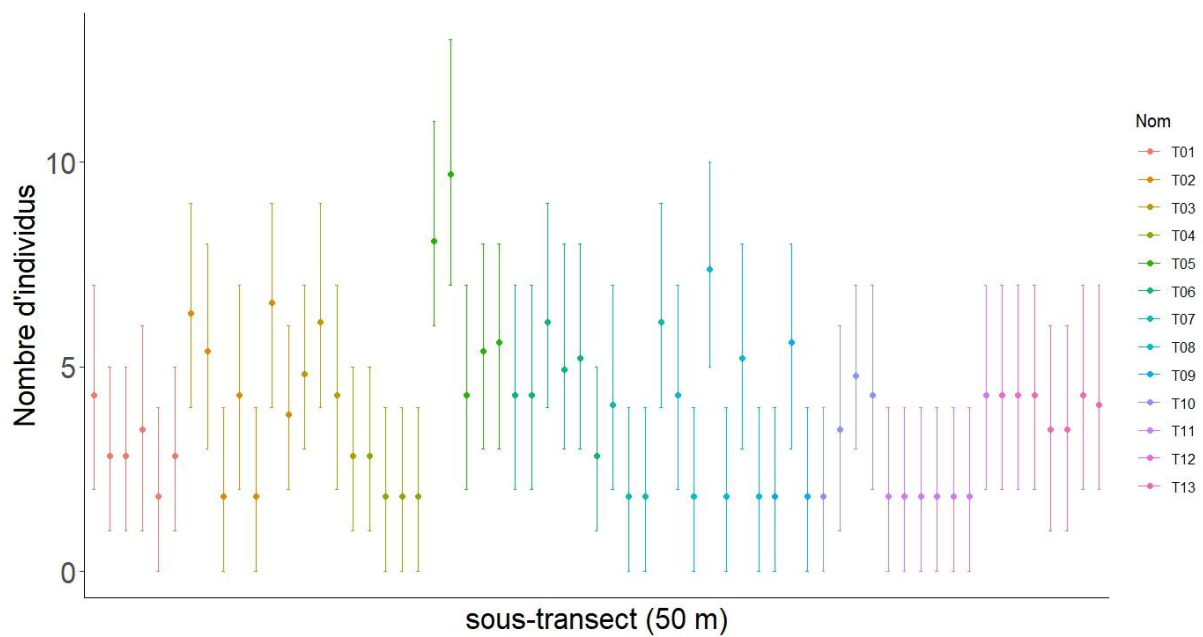


Figure 7 - Nombre d'individus (avec intervalle de confiance à 95%) estimé en utilisant un modèle de N-mixture pour chacun des 63 sous-transect de 50m.

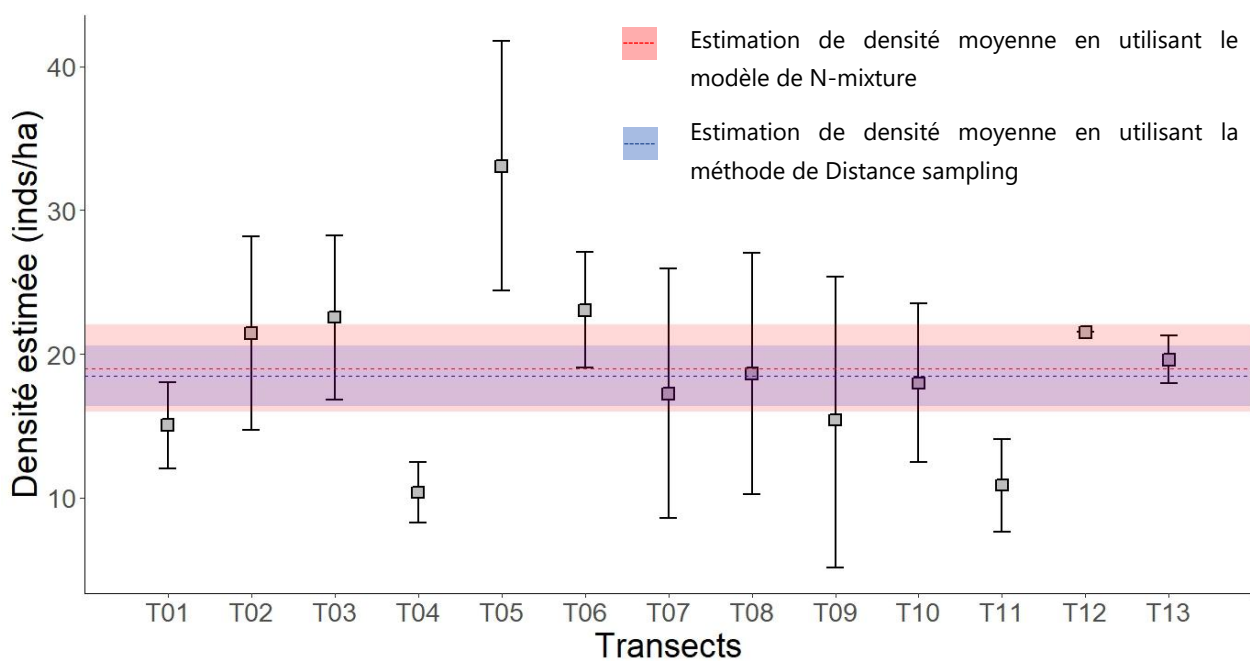


Figure 8 - Densités estimées pour chacun des transects en utilisant les estimations issues des modèles de N-mixture. Les lignes pointillées rouge et bleue et les intervalles de confiance associées indiquent les densités moyennes estimées en utilisant respectivement les méthodes de N-mixture et de distance sampling.

Conclusions et préconisations

Cette étude permet une première estimation fiable et robuste de la distribution et de la densité des Caïmans à lunette sur le site des Pripris de Yiyi. La densité estimée à **19.0 individus/ha [IC 95% 16.0 – 22.0] en utilisant le modèle de N-mixture ou** à 18.47 individus par hectare [IC 95% 16.36 -20.57] en utilisant la méthode de distance sampling sont très proche. Ces deux estimations sont très différentes des précédentes estimations biaisées réalisées avec des protocoles de transects linéaires simples sans répétition et sans mesure de la distance de détection (1,3 individus/ha en 2000 et 4,1 individus/ha en moyenne entre 2011 et 2017, Veinante 2018). Il est très probable que ces différences s'expliquent plus par une mauvaise estimation dans les années précédente que par une augmentation de la population de caïman.

Le protocole testé en 2024 est robuste statistiquement et permet de coupler plusieurs estimateurs (probabilité d'occupation par site occupancy et estimation de densité par distance sampling et N-mixture). **Nous préconisons donc de conserver ce protocole dans les années à venir pour assurer un suivi efficace de la population de caïman à lunette du site.** La période ne semble pas influencer fortement sur la densité de caïmans sur les pripris (Veinante 2018) mais nous préconisons de conserver une période entre juillet et septembre. Les 4 passages annuels devront être réalisés dans une fenêtre temporelle de maximum 2 semaines.

Bibliographie

- De Thoisy B. (2000). Cabiäi et caïmans : vers une valorisation des marais de Yiyi ? Rapport premier: Ecologie des Espèces Etat des lieux des populations. p25-34 ; rapport d'étude
- Ouboter P.E. Nanhoë L.M.R, (1989). Notes on the dynamics of a population of *Caiman crocodilus* in Northern Suriname and its implication for management. Biological Conservation. 48:243f264.
- Veinante F. (2018) Étude de la population de caïmans sur les pripris de Yiyi Rapport Sepanguy

Annexe VI. Nouveau protocole ! « Étude du Caïman à lunette (*Caiman crocodilus*) et du Caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des Marais de Kaw-Roura : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme »

**ÉTUDE DU CAIMAN A LUNETTES (*CAIMAN CROCODILUS*) ET DU CAIMAN NOIR (*MELANOSUCHUS NIGER*) SUR LA RESERVE DES MARAIS DE KAW-ROURA :
ÉTUDE PILOTE POUR LA PRÉFIGURATION D'UN SUIVI À LONG TERME**



ENIA
Expertise Naturaliste
Instrumentation et Analyse
Elodie COURTOIS



Titre : Etude du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme.

Client : RNNKR

Interlocuteur : Cristina Marquès Ferri

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions l'ensemble des agents de la RNNKR pour la prise de données sur le terrain.

Référence à utiliser : Courtois E.A., 2024 – Etude du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme. Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 15 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	4
Présentation de l'espèce	5
Objectifs de l'étude sur la RNNKR.....	6
Protocole	7
Récolte des données.....	7
Résultats	11
Analyse en « Site occupancy »	11
Analyse en « N-mixture »	13
Conclusions et préconisations	15

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 – (à gauche) Caïman noir (<i>M. niger</i>) à la savane Angélique (© Maël Dewynter) et (à droite) Caïman à lunettes (<i>C. crocodilus</i>) sur le site des Pripris de Yiyi (© E. Courtois).....	5
Figure 2 - (A) Répartition mondiale (source UICN) et (B) distribution en Guyane Française (source Faune-Guyane) caïman à lunette (<i>C. crocodilus</i>). (C) Répartition mondiale (source UICN) et (D) distribution en Guyane Française (source Faune-Guyane) caïman noir (<i>M. niger</i>).....	6
Figure 3 - Localisation des 2 transects sur la rivière de Kaw au sein de la RNNKR.....	7
Figure 4 - Découpage du transects 1 en unité de 200 m et sélection n des unités pour lesquelles aucun caïman indéterminé n'a été observé.	9
Figure 5 - Découpage du transects 2 en unité de 200 m et sélection n des unités pour lesquelles aucun caïman indéterminé n'a été observé.	10
Figure 6 - Probabilité de détection estimée en utilisant un modèle de site occupancy pour les 2 espèces et les 2 zones (T1 zone amont et T2 zone aval).....	12
Figure 7 - Répartition des données de <i>M. niger</i> (en bleu à gauche) et de <i>C. crocodilus</i> (en jaune à droite) sur les 2 transects.	12
Figure 8 - Nombre d'individus (avec intervalle de confiance à 95%) estimé en utilisant un modèle de N-mixture pour chacun des 195 sous-transect de 200 m et pour les 2 espèces (<i>C. crocodilus</i> en haut et <i>M. niger</i> en bas).....	14
Tableau 1 - Nombre d'individus par passage et par espèce pour chacun des transects.	9
Tableau 2 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte ou non un effet du transect (T1 ou T2) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi).	11
Tableau 3 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte ou non un effet du transect (T1 ou T2) sur la probabilité de détection (p) ou le nombre d'individus estimé (N).....	13

Présentation de l'espèce

Le Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) (

Figure 1) est **largement distribué en Amérique du sud** (Figure 2). En Guyane, il se retrouve surtout sur le littoral, avec quelques rares données dans les terres le long des grands fleuves, dans les barranques liées à l'orpaillage ou dans les lacs isolés du Sud de la Guyane (Figure 2). Cette espèce montre une nette préférence pour les milieux ouverts et les zones stagnantes : savanes inondées, formations herbacées du littoral, rivières, marais, lacs, etc. Il est également présent en mangroves et bords de mer. Relativement opportuniste en Guyane, il est possible de l'observer près des habitations, en bords de route, ainsi que dans les stations de lagunage et les canaux de drainage urbains. Cette espèce est classée « Préoccupation mineure » dans la liste rouge régionale et mondiale des espèces menacées de l'IUCN (2017) et est inscrit dans l'Annexe II de la CITES (1977). En Guyane, il est **autorisé à la chasse mais interdit au commerce**. Cette espèce semble supporter relativement bien l'anthropisation de son habitat mais certaines populations régressent, du fait de la chasse mais également de part la destruction de son habitat (comme le remblai des marais).



Figure 1 – (à gauche) Caïman noir (*M. niger*) à la savane Angélique (© Maël Dewynter) et (à droite) Caïman à lunettes (*C. crocodilus*) sur le site des Pripris de Yiyi (© E. Courtois).

Le caïman noir (*Melanosuchus niger*) est également **largement distribué en Amérique du Sud** (Figure 2), mais avec **une répartition par taches et des populations souvent isolées**. En Guyane, cette espèce est surtout présente dans **4 localités** : Savane Angélique, Rivière de Kaw, Pointe Béhague et Estuaire de l'Approuague (Figure 2). Quelques observations sur l'île de Cayenne (estuaire du Mahury notamment) et vers Ouanary suggère qu'il existe d'autres populations isolées. Cette espèce est menacée par la destruction de son habitat dans les zones hors réserve naturelle, par la manipulation importante par les opérateurs touristiques et par le braconnage. Elle est

considérée comme « **Presque menacée** » dans la **liste rouge régionale** des espèces menacées de l'IUCN (2017). Elle est **intégralement protégée** ainsi que son habitat en Guyane depuis 1986.

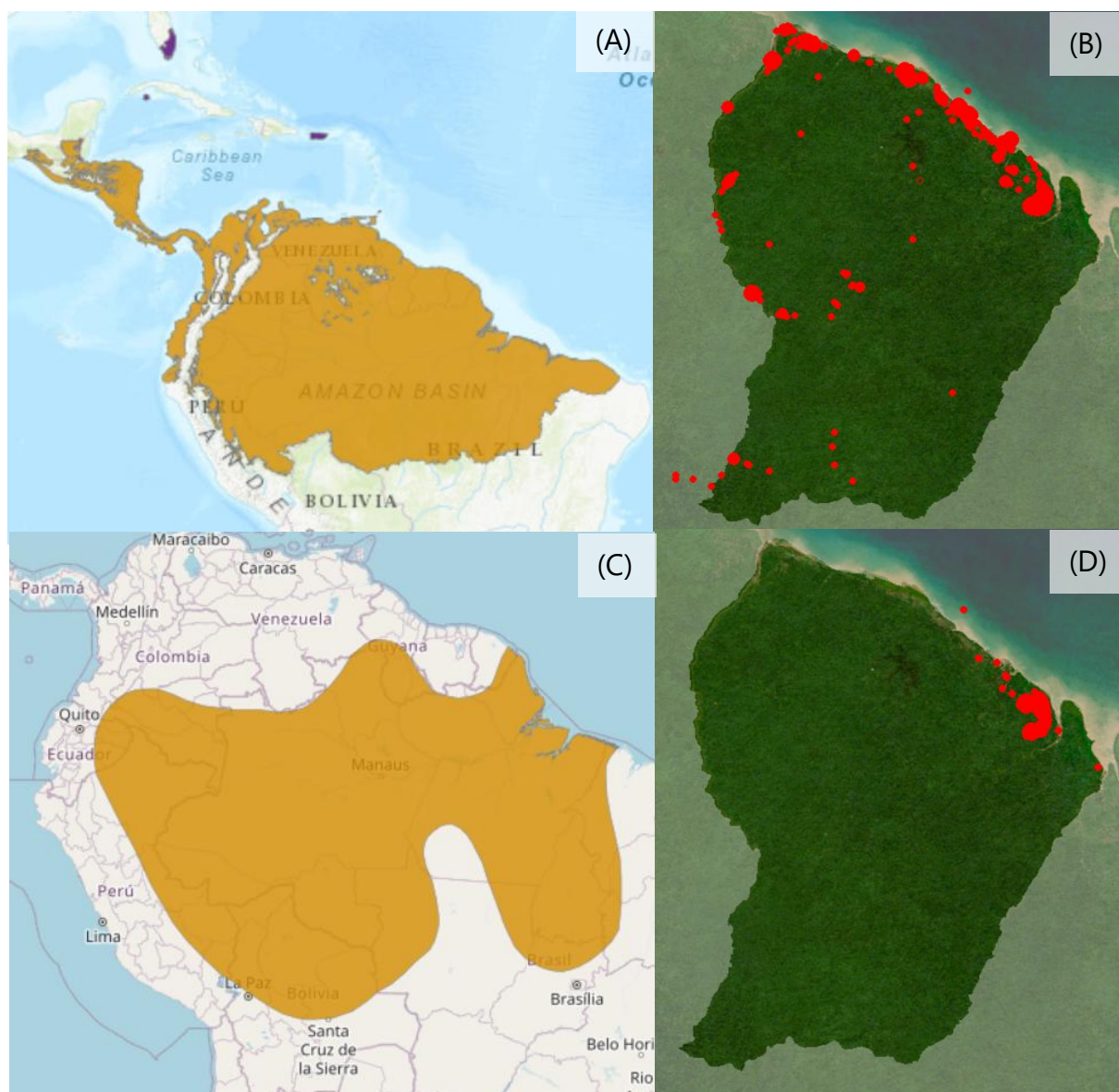


Figure 2 - (A) Répartition mondiale (source UICN) et (B) distribution en Guyane Française (source Faune-Guyane) caïman à lunette (*C. crocodilus*). (C) Répartition mondiale (source UICN) et (D) distribution en Guyane Française (source Faune-Guyane) caïman noir (*M. niger*).

Objectifs de l'étude sur la RNNKR

La Réserve Naturelle des Marais de Kaw-Roura (RNNKR) est la troisième plus grande réserve française, par sa surface (94 700 Ha). Elle est actuellement co-gérée par la Conservatoire des Espaces Naturels (CEN) Guyane ainsi que par les mairies de Roura et Régina. La présence de la **plus grande population connue en Guyane de caïmans noirs** (*Melanosuchus niger*) a largement motivé à l'époque la création de cette réserve.

Des comptages de caïmans ont été réalisés à intervalles irréguliers depuis plus de 20 ans sur le site mais l'absence d'un protocole validé statistiquement ne permet aujourd'hui pas de déterminer la tendance des populations de caïmans sur le site. La présente étude vise à tester un protocole de suivi sur les caïmans de la RNNKR en utilisant des méthodes de site occupancy (présence/absence) et de N-mixture (comptages répétés).

Protocole

Récolte des données

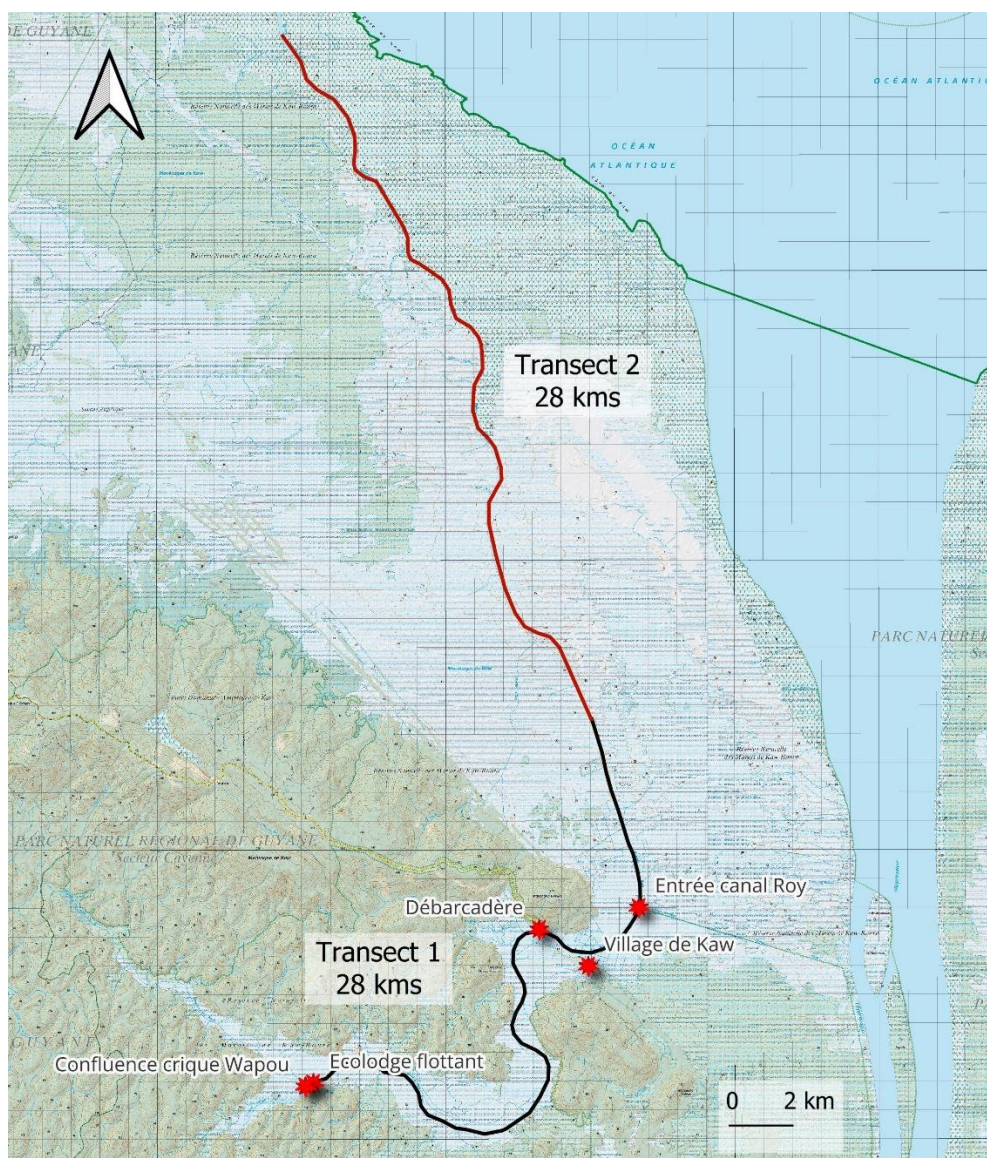


Figure 3 - Localisation des 2 transects sur la rivière de Kaw au sein de la RNNKR.

Deux transects ont été définis dans la zone accessible entre l'embouchure de la rivière de Kaw et la confluence avec la crque Wapou totalisant un linéaire de 52 km (**Erreur ! Source du**

renvoi introuvable.). Chacun de ces transects a été parcourus **4 fois** de nuit entre 20 h et 02 h en pirogue à faible vitesse avec 2 personnes équipées de lampes frontales puissantes et formées à la détection des caïmans. Les suivis ont eu lieu entre le 01/10/2024 et le 10/10/2024 et chaque transect était parcourus une fois par nuit pour chaque jour de suivi.

Au total, 611 caïmans ont été détectés sur les 4 passages (Tableau 1) avec une **majorité (N = 341) de caïmans à lunettes** incluant 111 juvéniles, 60 immatures, 23 adultes et un grand nombre (N = 147 soit 43 % des individus) pour lesquels la catégorie d'âge n'est pas disponible. La seconde espèce la plus fréquemment détectée était le **caïmans noirs (N = 108)** incluant 53 juvéniles, 16 immatures et 10 adultes ainsi que 29 individus (23 % des données) pour lesquels la catégorie d'âge n'est pas disponible. Seul quelques caïmans rouges (N = 20) ont été notés pendant les suivis. A noter également le **nombre très important (N = 142 soit 23% des observations) de caïmans pour lesquels l'espèce n'a pu être déterminée sur le terrain.**

Au vu du faible nombre d'observation de caïmans rouge (*Paleosuchus palpebrosus*), cette espèce n'a pas été conservée dans la suite des analyses. Pour les deux autres espèces, le nombre important de données pour lesquelles les informations de l'espèce ou de la catégorie d'âge sont manquantes nous ont obligés à faire plusieurs choix pour les analyses :

- (1) Pour les analyses en site occupancy et N-mixture, les transects ont été divisé en 283 transects de 200 m (Figure 4 & Figure 5). Afin de s'affranchir de la problématique posée par les caïmans pour lesquelles l'espèce n'a pas pu être déterminée sur le terrain, nous avons décidé d'écarter de l'analyse les sous-transects de 200 m pour lesquels au moins un individu non déterminé a été observé pendant le suivi. Les analyses ultérieures sur les deux espèces (*C. crocodilus* et *M. niger*) sont donc basées sur **195 unités** (sous-transects de 200 m) dont **76 unités sur le transect 1** (Figure 4) et **119 unités sur le transect 2** (Figure 5).
- (2) Nous avons réalisé les analyses **sans distinction de catégories d'âge** car le nombre de données pour lesquelles l'information est manquante est trop élevée.

Tableau 1 - Nombre d'individus par passage et par espèce pour chacun des transects.

	Transect 1	Transect 2	Total
Passage 1	112	75	187
<i>Caiman crocodilus</i>	58	15	73
<i>Melanosuchus niger</i>	15	38	53
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	0	16	16
Non déterminé	39	6	45
Passage 2	104	28	132
<i>Caiman crocodilus</i>	68	12	80
<i>Melanosuchus niger</i>	10	11	21
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	0	1	1
Non déterminé	26	4	30
Passage 3	110	29	139
<i>Caiman crocodilus</i>	75	10	85
<i>Melanosuchus niger</i>	10	8	18
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	0	1	1
Non déterminé	25	10	35
Passage 4	121	32	153
<i>Caiman crocodilus</i>	84	19	103
<i>Melanosuchus niger</i>	12	4	16
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	0	2	2
Non déterminé	25	7	32
Total	447	164	611

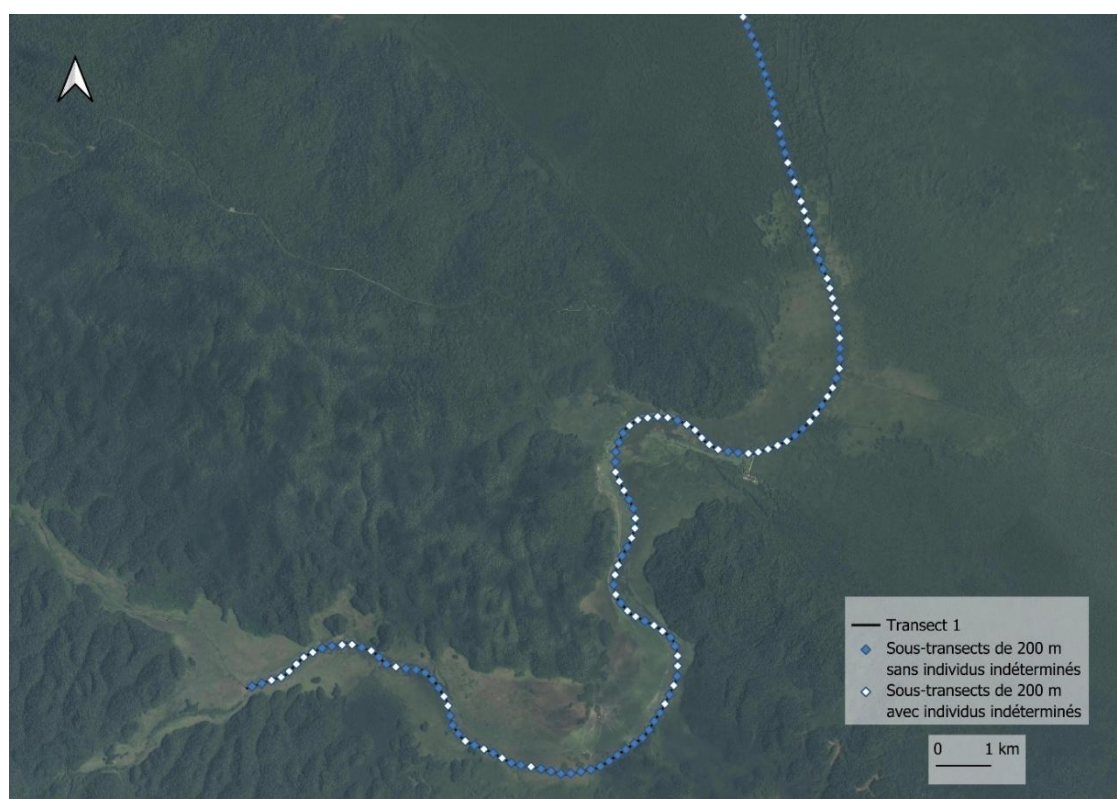


Figure 4 - Découpage du transects 1 en unité de 200 m et sélection n des unités pour lesquelles aucun caïman indéterminé n'a été observé.

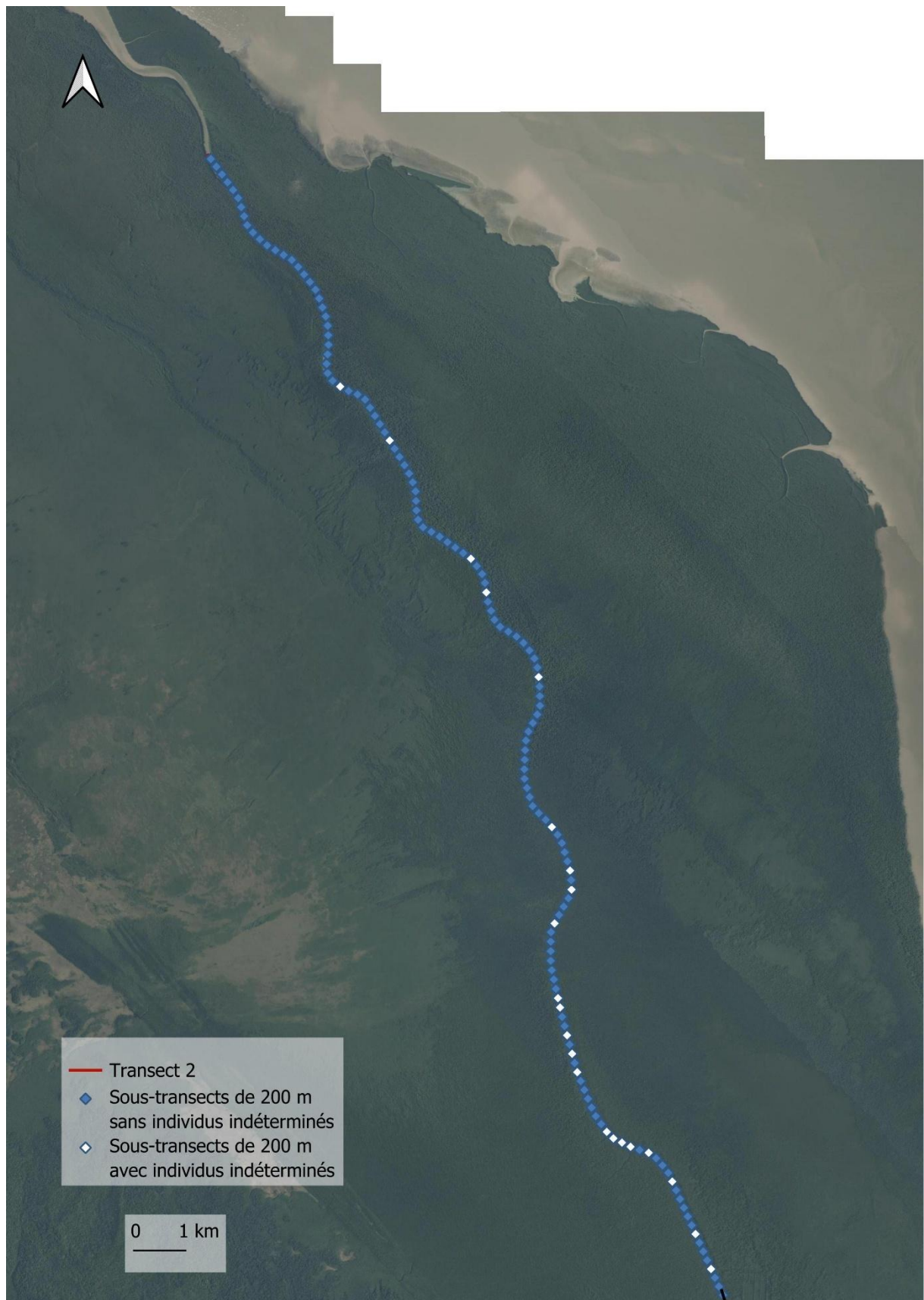


Figure 5 - Découpage du transects 2 en unité de 200 m et sélection n des unités pour lesquelles aucun caïman indéterminé n'a été observé.

Résultats

Analyse en « Site occupancy »

Nous avons comparé plusieurs modèles pour les 2 espèces (*C. crocodilus* et *M. niger*) prenant en compte ou non un effet du transect (T1 soit zone amont dans un milieu de type « marais » et T2 soit zone aval dans un milieu de type « rivière ») sur la probabilité de détection ou d'occupation. Le modèle le plus probable pour les 2 espèces est un **modèle prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection** (Tableau 2).

Tableau 2 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte un effet du transect (T1 ou T2) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi).

Espèces	Modèles	Nombre de paramètres	AIC	Delta AIC
<i>C. crocodilus</i>	p(Transect)phi(.)	3	635.5	0
	p(.)phi(Transect)	3	662.68	27.16
	p(.)phi(.)	2	695.37	59.85
<i>M. niger</i>	p(Transect)phi(.)	3	316	0
	p(.)phi(.)	2	323.43	7.48
	p(.)phi(Transect)	3	323.65	7.7

Pour les 2 espèces, la **probabilité de détection** (probabilité de détecter au moins un caïman sur un linéaire de 200 m sachant qu'il y est présent) estimée avec ces modèles indique une probabilité de détection supérieure pour la zone de marais (T1 zone amont) par rapport à la zone de rivière (T2 zone aval) (Figure 6). Pour la zone de marais (T1), la probabilité de détection des 2 espèces est estimée autour de 0.45 (0.45 [IC 95% 0.37-0.53] pour *C. crocodilus* et 0.45 [IC 95% 0.61-0.60] pour *M. niger*) tandis que pour la zone de rivière (T2), les probabilités de détection sont 0.10 [IC 95% 0.06-0.14] pour *C. crocodilus* et 0.17 [IC 95% 0.07-0.30] pour *M. niger*. Avec de telles probabilités de détection, **quatre passages dans la zone de marais** sont nécessaires pour avoir une probabilité de 90% de détecter l'espèce si elle est présente sur une unité de site (i.e. un linéaire de 200 m) tandis **qu'en théorie plus de 20 passages seraient nécessaires pour la zone de rivière**.

Ceci se calcule avec la formule suivante : $K = \frac{\log(1-p)}{\log(1-p')}$ où K est le nombre de passages, p la puissance (0.95) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population.

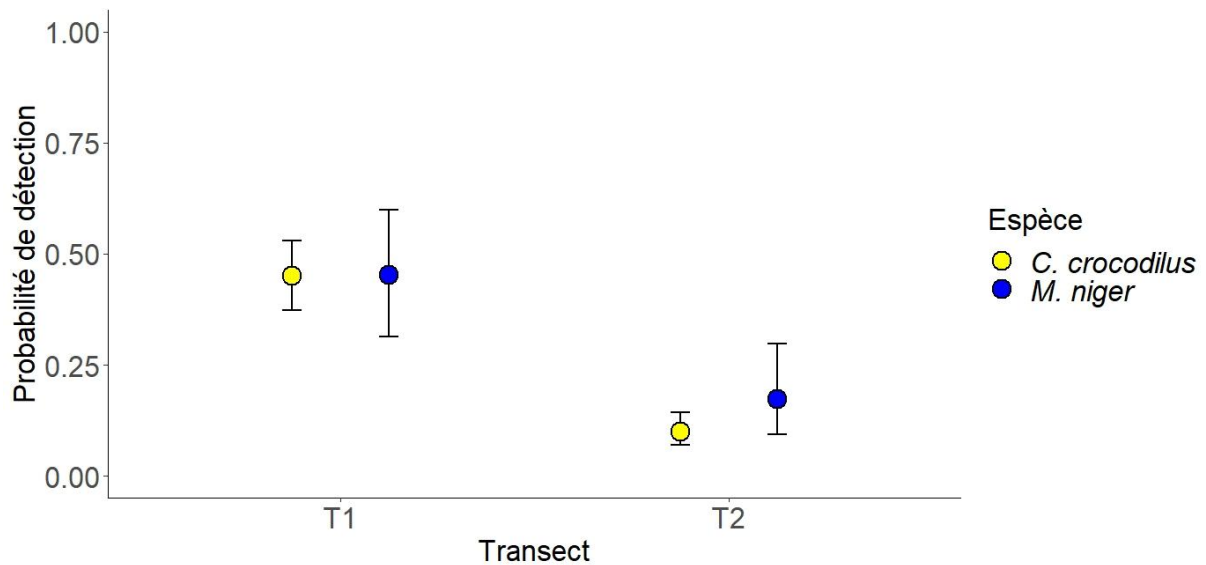


Figure 6 - Probabilité de détection estimée en utilisant un modèle de site occupancy pour les 2 espèces et les 2 zones (T1 zone amont et T2 zone aval).

En utilisant ces modèles, on estime une **probabilité d'occupation** (i.e. la probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 200 m) à **0.75 [IC 95% 0.62 – 0.95] pour *C. crocodilus*** et **0.23 [IC 95% 0.15-0.32] pour *M. niger***. Cette disparité dans la probabilité d'occupation est bien illustrée par la répartition des données de présence (Figure 7).

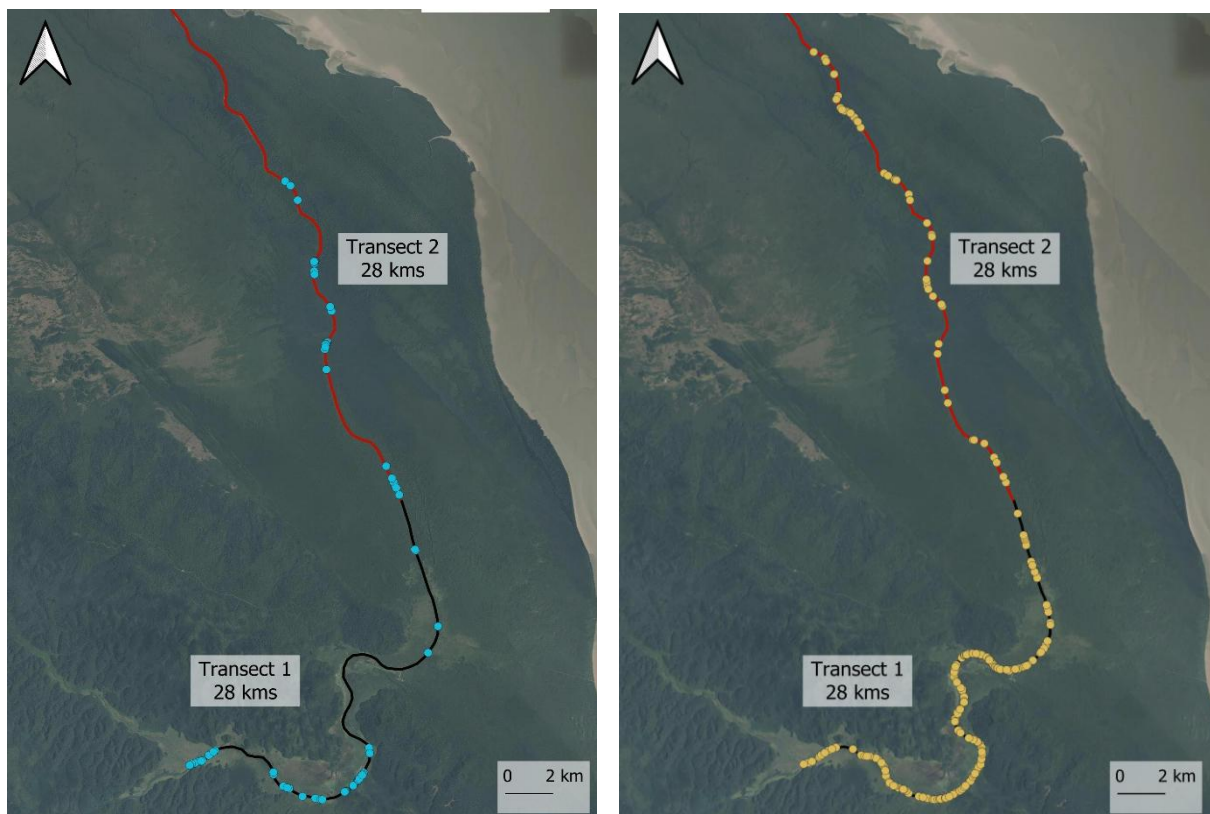


Figure 7 - Répartition des données de *M. niger* (en bleu à gauche) et de *C. crocodilus* (en jaune à droite) sur les 2 transects.

Analyse en « N-mixture »

De la même manière, nous avons comparé plusieurs modèles pour les 2 espèces (*C. crocodilus* et *M. niger*) prenant en compte ou non un effet du transect (T1 soit zone amont dans un milieu de type « marais » et T2 soit zone aval dans un milieu de type « rivière ») sur la probabilité de détection ou l'abondance moyenne. Le modèle le plus probable pour *C. crocodilus* est un **modèle prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection** tandis que pour *M. niger*, il s'agit du **modèle nul** (Tableau 2).

Tableau 3 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte ou non un effet du transect (T1 ou T2) sur la probabilité de détection (p) ou le nombre d'individus estimé (N).

Espèces	Modèles	Nombre de paramètres	AIC	Delta AIC
<i>C. crocodilus</i>	p(Transect)N(.)	3	776.46	0
	p(.)N(Transect)	3	782.71	6.26
	p(.)N(.)	2	844.47	68.02
<i>M. niger</i>	p(.)N(.)	3	547.23	0
	p(.)N(Transect)	2	548.13	0.9
	p(Transect)N(.)	3	548.13	0.9

En utilisant ces modèles, la probabilité de détection suit le même patron que pour les modèles de site occupancy indiquant une probabilité de détection supérieure pour la zone de marais (T1 zone amont) par rapport à la zone de rivière (T2 zone aval). Pour *C. crocodilus*, la probabilité de détection en N-mixture (qui correspond à la probabilité de détecter un individu en particulier et qui est donc inférieure à la probabilité de détection en site occupancy) la zone de marais (T1) est de 0.23 [IC 95% 0.14-0.35] contre 0.04 [IC 95% 0.02-0.07] pour la zone de rivière (T2). Pour *M. niger*, la probabilité de détection en N-mixture est similaire pour les 2 milieux et estimée à 0.24 [IC 95% 0.17-0.33].

Pour ***C. crocodilus***, le nombre moyen d'individus par sous-transect **varie entre 0.7 et 5.7 individus par sous transect** (Figure 8**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). En sommant les estimations par sous-transect, on estime 152 individus [IC 95% 132-172] pour les 76 unités du

secteur T1 (soit pour un linéaire de $76 \times 200 = 15.2$ km) et 239 individus [IC 95% 236 – 252] pour les 119 unités du secteur T2 (soit un linéaire de 23.8 km). Pour rapporter ces nombres d'individus à une densité, il serait primordial d'estimer la distance maximale à laquelle les individus sont détectés (voir dans la conclusion).

Pour ***M. niger***, le nombre moyen d'individus par sous-transect **varie entre 0.1 et 16.3 individus par sous transect** (Figure 8**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). A noter que le sous-transect où 16.3 individus sont estimés correspond à un endroit où une éclosion avait probablement eu lieu peu de temps auparavant, concentrant un grand nombre de juvéniles (jusqu'à 9 observés ensemble). En sommant les estimations par sous-transect, on estime 29 individus [IC 95% 20-38] pour les 76 unités du secteur T1 (soit pour un linéaire de $76 \times 200 = 15.2$ km) et 56 individus [IC 95% 22 –90] pour les 119 unités du secteur T2 (soit un linéaire de 23.8 km). De même, pour rapporter ces nombres d'individus à une densité, il serait primordial d'estimer la distance maximale à laquelle les individus sont détectés (voir dans la conclusion).

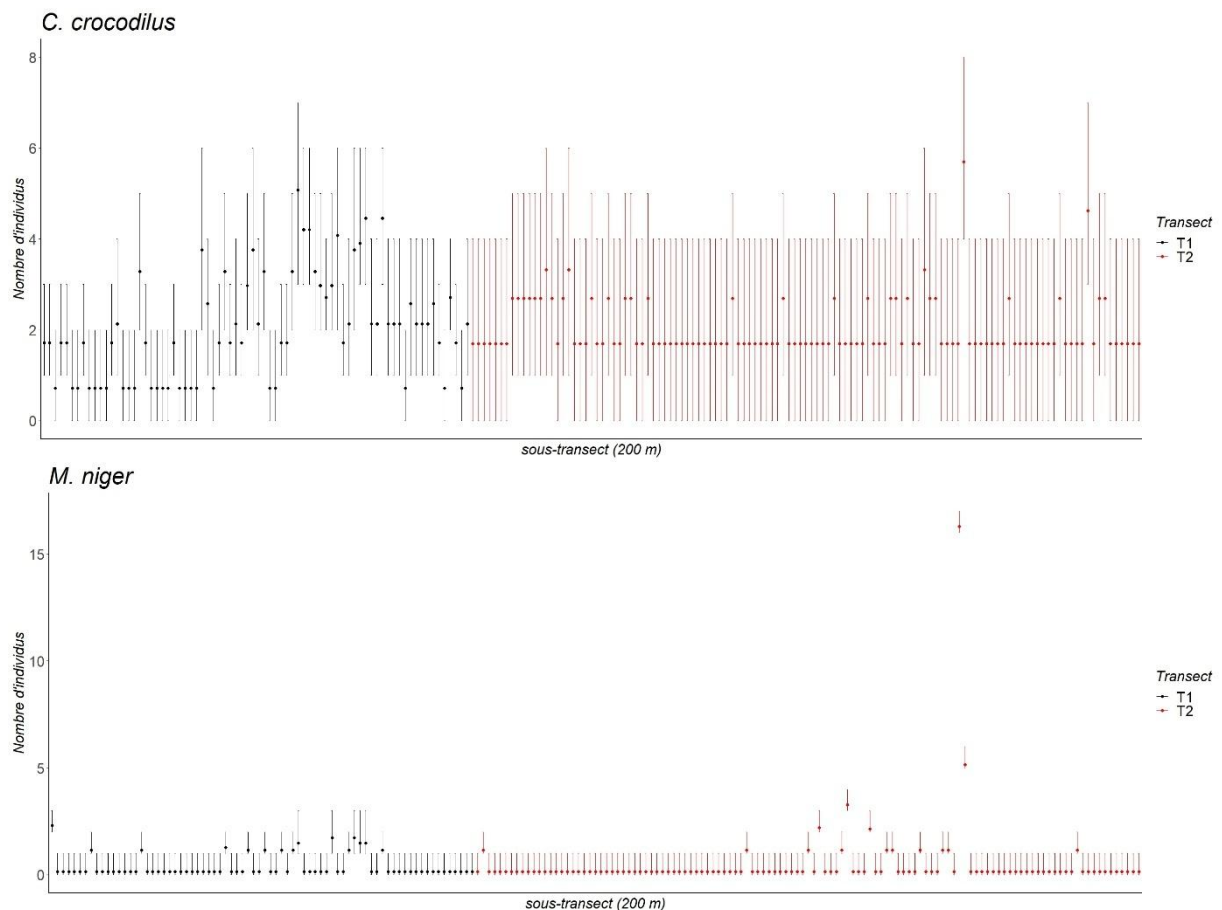


Figure 8 - Nombre d'individus (avec intervalle de confiance à 95%) estimé en utilisant un modèle de N-mixture pour chacun des 195 sous-transect de 200 m et pour les 2 espèces (*C. crocodilus* en haut et *M. niger* en bas).

Conclusions et préconisations

Cette étude permet de réfléchir à plusieurs éléments pour la mise en place d'un suivi fiable et robuste de la distribution et de la densité des caïmans à lunette et des caïmans noirs sur le site de la RNNKR.

Les indices kilométriques d'abondance sans répétitions tels qu'ils ont été utilisés jusqu'à maintenant sont à proscrire. Ils ne permettent pas une bonne estimation de la densité, sont trop dépendant des observateurs et des conditions sans possibilités de corrections (via par exemple la prise en compte d'une probabilité de détection variant avec ces paramètres) et ne permettent pas de définir des intervalles de confiance pour les estimations, point indispensable pour comparer les estimations au cours du temps.

Le protocole testé en 2024 couplant des méthodes de site occupancy et de N-mixture paraît prometteur mais **plusieurs adaptations du protocole sont nécessaires** pour améliorer les estimations :

- Le nombre d'individus **non identifiés à l'espèce est beaucoup trop élevé, représentant près d'un quart (23%) des observations**. Il est indispensable de trouver un moyen de réduire cette proportion. Une des pistes serait de **réduire la longueur des transects** à inventorier et de les parcourir à **plus faible vitesse**, voir en canoé comme réalisé sur les pripris de yiyi afin d'assurer une meilleure observation des individus.
- De la même manière, une analyse plus fine pourrait être possible en **réduisant la proportion des individus pour lesquels l'estimation de la classe d'âge n'est pas disponible**. Encore une fois, réduire la longueur des transects afin de les parcourir à plus faible vitesse permettrait probablement de pallier à ce problème.
- Afin de comparer les estimations entre les 2 milieux, il serait important de s'assurer que la **distance maximale de détection** est la même. Sur la zone de rivière (T2), la largeur de la rivière étant contrainte, il est possible de rapporter les détections à une surface en multipliant la longueur des transects par la largeur de la rivière. Sur la zone du marais, il est probable que des individus ait pu être détectés à des distance plus grande autour des linéaires de transects. Une solution serait de mesurer à l'aide d'un télémètre (comme réalisé sur le site des pripris de Yiyi) la **distance perpendiculaire au transect à laquelle on détecte les individus**. Cela permettrait de ne conserver pour l'analyse en site occupancy et en N-mixture que les individus dans une certaine bande de largeur et parallèlement pourrait permettre de réaliser sur ce milieu une analyse en distance sampling. Cette information n'ayant pas été collectée en 2024, nous n'avons pas proposé ici ce type d'analyse.

Annexe VII. Nouveau protocole ! « Implémentation d'un suivi long terme de la Couresse des Saintes (*Alsophis sanctonum*) »



Implémentation d'un suivi long terme de la Couresse des Saintes (*Alsophis sanctonum*)



Février 2025

Baptiste Angin
Elodie Courtois

Titre : Implémentation d'un suivi long terme de la Couresse des Saintes (*Alsophis sanctonum*).

Date de rendu : 28/02/2025

Client : OFB Antilles

Interlocuteur : Fabian Rateau

Maitre d'œuvre : Société herpétologique de France (SHF)

Prestataires : Ardops environnement & ENIA

Auteur : Angin Baptiste¹ & Courtois Élodie²

¹ Ardops environnement, 97139 Les Abymes, Guadeloupe ardops.environnement@gmail.com

² ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ

Référence à utiliser : Angin, B. & Courtois E. A., 2025 – Implémentation d'un suivi long terme de la Couresse des Saintes (*Alsophis sanctonum*) Société herpétologique de France, Ardops Environnement, ENIA, OFB Antilles, 13 p. + annexes.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	3
Présentation de l'espèce	4
Objectif de l'étude	5
Méthodes	5
Etape 1 : Implémentation du protocole de suivi.....	5
Etape 2 : Analyse statistique des résultats.....	5
Analyse en site occupancy	6
Résultats et discussion	9
Etape 1 : Implémentation du protocole de suivi.....	9
Etape 2 : Analyse statistique des résultats.....	9
Analyse en site occupancy	9
Analyse en N-mixture	11
Conclusions	12
Bibliographie.....	13
Annexe 1 : Proposition de modification pour la pérennisation du suivi	14

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 – Les deux morphes de la couresse des Saintes <i>A. s. danforthi</i> présente sur Terre-de-Bas et <i>A. s. sanctonum</i> présente sur Terre-de-Haut et à l'îlet à Cabrit illustrant les deux patrons de coloration de l'espèce (© E. Courtois).....	4
Figure 2 - Localisation des transects pour la mise en place du suivi, adapté de Angin & Courtois 2023.....	6
Figure 3 - Transects de Terre-de-Bas avec illustration des 2 habitats (route en haut à gauche et sentier en haut à droite).....	7
Figure 4 - Transects de Terre-de-Haut et de l'îlet à Cabrit avec illustration des différents habitats.	8
Figure 5 - Probabilités d'occupation estimées en utilisant le modèle le plus adapté aux données prenant en compte un effet de la localisation.	10
Figure 6 – Nombre d'individus moyen par localisation estimé en utilisant le modèle le plus adapté aux données.....	12
Figure 7 - A gauche, nouveau tracé du transect Morel sur Terre-de-Haut et à droite, ajout d'un transect supplémentaire sur Terre-de-Bas (Transect morne Madis).....	14
Figure 8 - Un exemple d'espèces domestiques divagantes rencontrées sur les transects	14
Tableau 1 - Sélection des modèles de site occupancy avec prise en compte d'un effet "localisation" sur la probabilité d'occupation (ϕ) et la probabilité de détection (p)	9
Tableau 2 - Sélection des modèles de N-mixture avec prise en compte d'un effet "localisation" sur la probabilité d'occupation (ϕ) et la probabilité de détection (p).....	11

Présentation de l'espèce

La couresse des Saintes *Alsophis sanctonum* est un serpent de taille moyenne **endémique de l'archipel des Saintes**. On reconnaît deux sous-espèces, l'une uniquement présente sur Terre-de-Bas (*A. s. danforthi*) et l'autre présente sur Terre-de-Haut et à l'îlet à Cabrit (*A. s. sanctonum*) (Figure 1). Des témoignages de la présence de l'espèce sur Grand-Îlet ont été recueillis, mais malgré un effort de prospection important ces dernières années, aucune confirmation n'a été faite (Armand et al., 2021). Les différences entre les deux sous-espèces se font principalement sur le patron de coloration des individus. Les couresses de Terre-de-Bas seront en général plus sombres que celles de Terre-de-Haut mais des individus intermédiaires existent dans les deux populations.



Figure 1 – Les deux morphes de la couresse des Saintes *A. s. danforthi* présente sur Terre-de-Bas et *A. s. sanctonum* présente sur Terre-de-Haut et à l'îlet à Cabrit illustrant les deux patrons de coloration de l'espèce (© E. Courtois).

C'est un serpent avec une **activité majoritairement diurne** et au sol bien que plusieurs individus évoluant de nuit ou dans les arbres aient été observés (Breuil, 2002, obs. pers.). Il se rencontre principalement dans les **milieux forestiers** mais est également présent dans des **zones plus clairsemées composées de taillis**. Il n'existe aucune étude précise du régime alimentaire de l'espèce mais les différentes observations tendent à confirmer les données des autres espèces du même genre évoluant sur les îles proches. Les anolis et les hylodes constitueraient la majorité des proies avec également des geckos, insectes, petits mammifères ou encore œufs (Breuil, 2002 ; Questel, 2021, obs. pers.).

Bien qu'elle soit encore commune et facilement observable par endroit sur l'archipel des Saintes, **cette espèce est considérée en déclin**. Les menaces sont multiples mais la **destruction et la dégradation de ses habitats**, ainsi que la **présence des espèces exotiques envahissantes et des espèces domestiques divagantes** semblent être les facteurs principaux de cette diminution. L'espèce a ainsi été classée **en danger d'extinction** dans la liste rouge de Guadeloupe (UICN, 2021) et est **protégée** sur le territoire national par arrêté ministériel depuis 1989 (Arrêté du 17 février 1989). Cette protection a été renforcée en 2019 pour y inclure les habitats (Arrêté du 14 Octobre 2019).

Objectif de l'étude

Une étude menée en 2023 a proposé un protocole permettant d'implémenter un suivi de la couresse des Saintes sur l'archipel (Angin & Courtois, 2023). L'objectif de la présente étude est de mener un état initial de l'espèce en vue de l'implémentation à long terme d'un suivi basé sur ce protocole. Les données ont ainsi été utilisées pour :

- (1) Estimer la nouvelle probabilité de détection de l'espèce
- (2) Affiner l'estimation de la probabilité d'occupation et de l'abondance moyenne de l'espèce sur l'archipel des Saintes initiée par l'étude de 2023 par l'utilisation de modèles de « Site occupancy » (présence absence) et de « N-mixture » (abondance moyenne).

Méthodes

Etape 1 : Implémentation du protocole de suivi

Nous avons adapté le protocole proposé suite à l'étude de 2023 (Angin & Courtois, 2023). Un ensemble de transects (Figure 2) ont été parcourus entre **4 et 6 fois** entre le 27 septembre 2024 et le 10 janvier 2025 entre 8h et 17h (T chameau et T cabrit = 6 passages, T terre de bas 2 et T morne sec = 5 passages et T morel et T terre de bas 3 = 4 passages). Pour chaque passage, ont été notés la date, l'heure de début et l'heure de fin ainsi que l'observateur. La vitesse de parcours sur le transect a été comprise entre 800 m / h et 1 km / h par un observateur formé à la détection des serpents (E Courtois et B. Angin).

Etape 2 : Analyse statistique des résultats.

Les transects ont été découpés en **61 sous-transects de 200 m** : 37 transects sur Terre-de-Bas (15 transects sur la route et 22 transects sur les sentiers, Figure 3), 6 sous-transects sur l'îlet à

Cabrit, 18 sous-transects sur Terre-de-Haut (9 sur le massif du Chameau et 9 dans le secteur Morel, Figure 4). Chaque observation a été rattachée à un sous-transect et un passage. Ce jeu de données a ensuite été utilisé pour définir un **historique de détection/non détection** de l'espèce par sous-transect et par passage permettant une analyse des données en site occupancy et un **nombre d'individus** par sous-transect et par passage permettant une analyse en N-mixture (comptage répété).

Analyse en site occupancy

Nous avons défini une variable « localisation » suivant 5 modalités (îlet à Cabrit, Terre-de-Bas route, Terre-de-Bas sentier, Terre-de-Haut Chameau et Terre-de-Haut Morel). Ces modalités ont été définies en fonction des 3 îlets prospectés et avec un découpage correspondant à des secteurs et habitats différents (route vs. sentier pour Terre-de-Bas et Chameau vs. Morel pour Terre-de-Haut). Nous avons comparé 4 modèles : un modèle nul où la probabilité d'occupation et la probabilité de détection sont constantes, un modèle où la probabilité de détection dépend de la localisation, un modèle où la probabilité d'occupation dépend de la localisation et un dernier modèle où les probabilités de détection et d'occupation dépendent toute deux de la localisation.

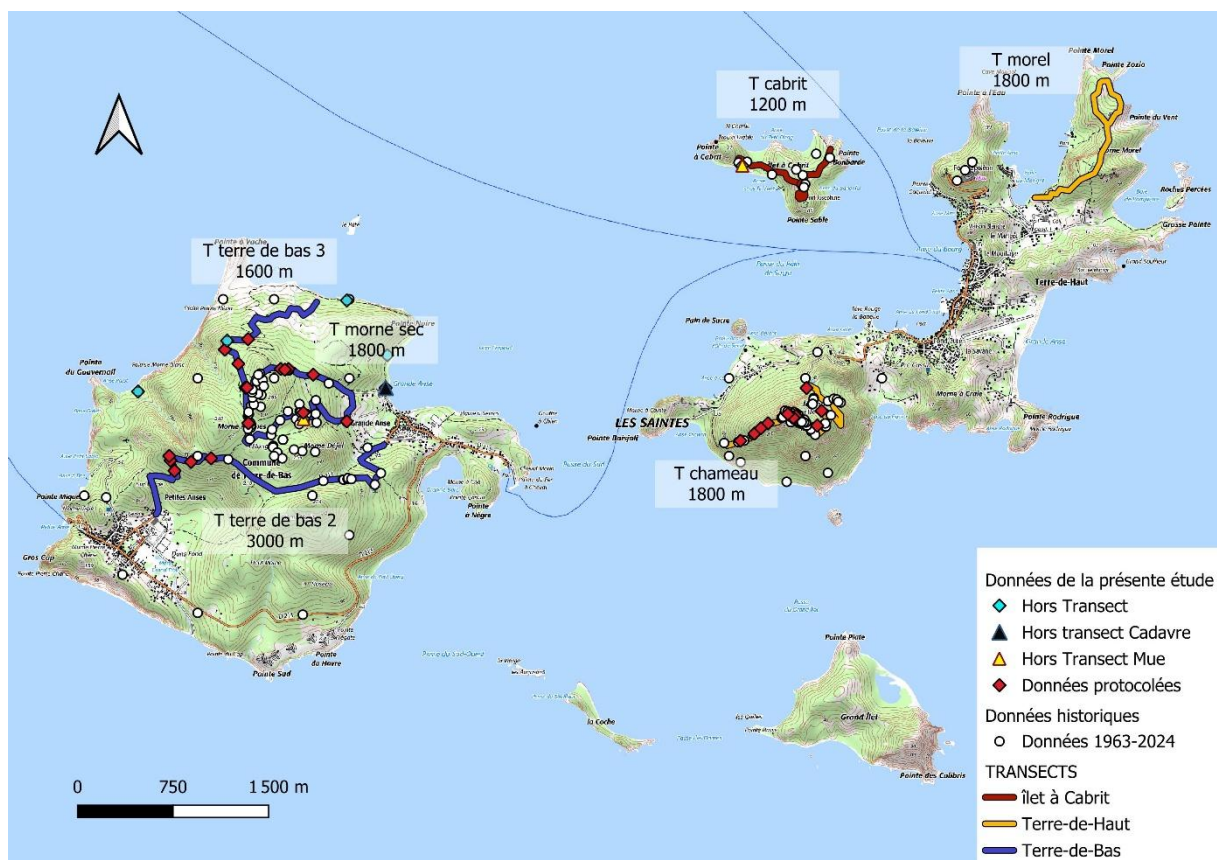
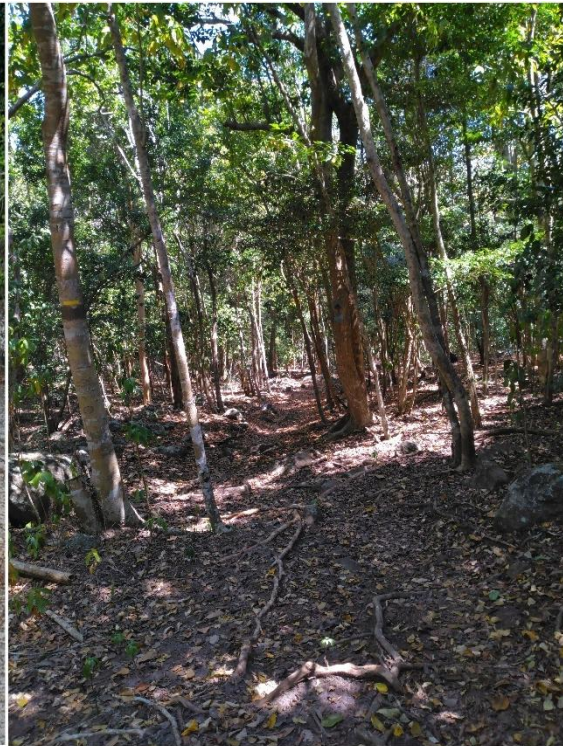


Figure 2 - Localisation des transects pour la mise en place du suivi, adapté de Angin & Courtois 2023.



T terre de bas 2 - route du Nord

T morne sec et T terre de bas 3

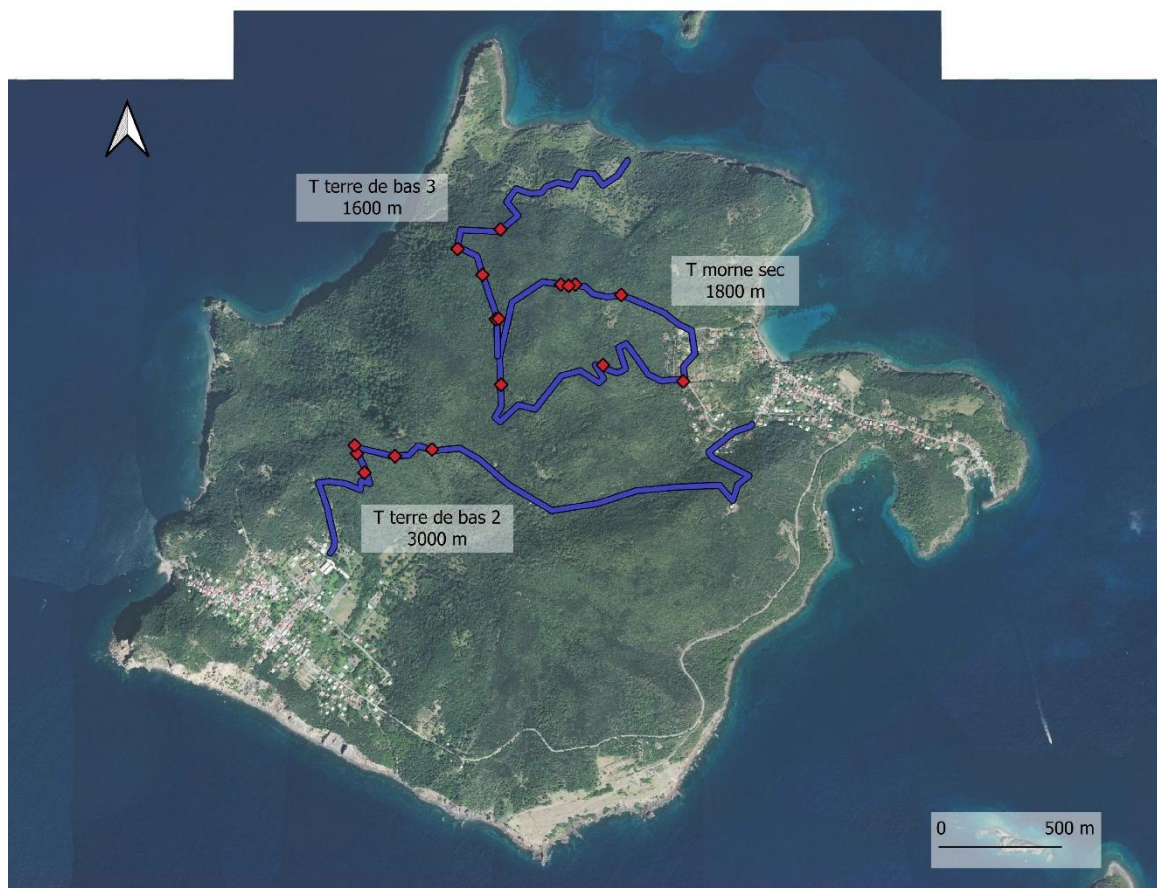


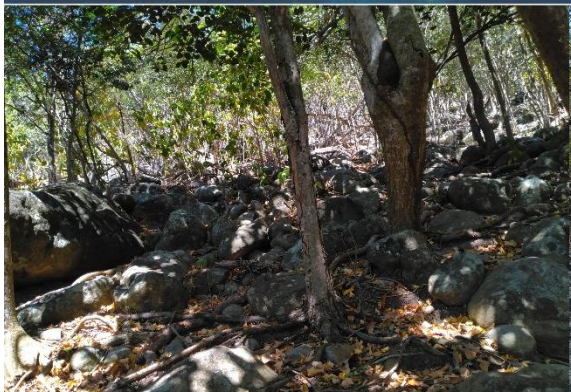
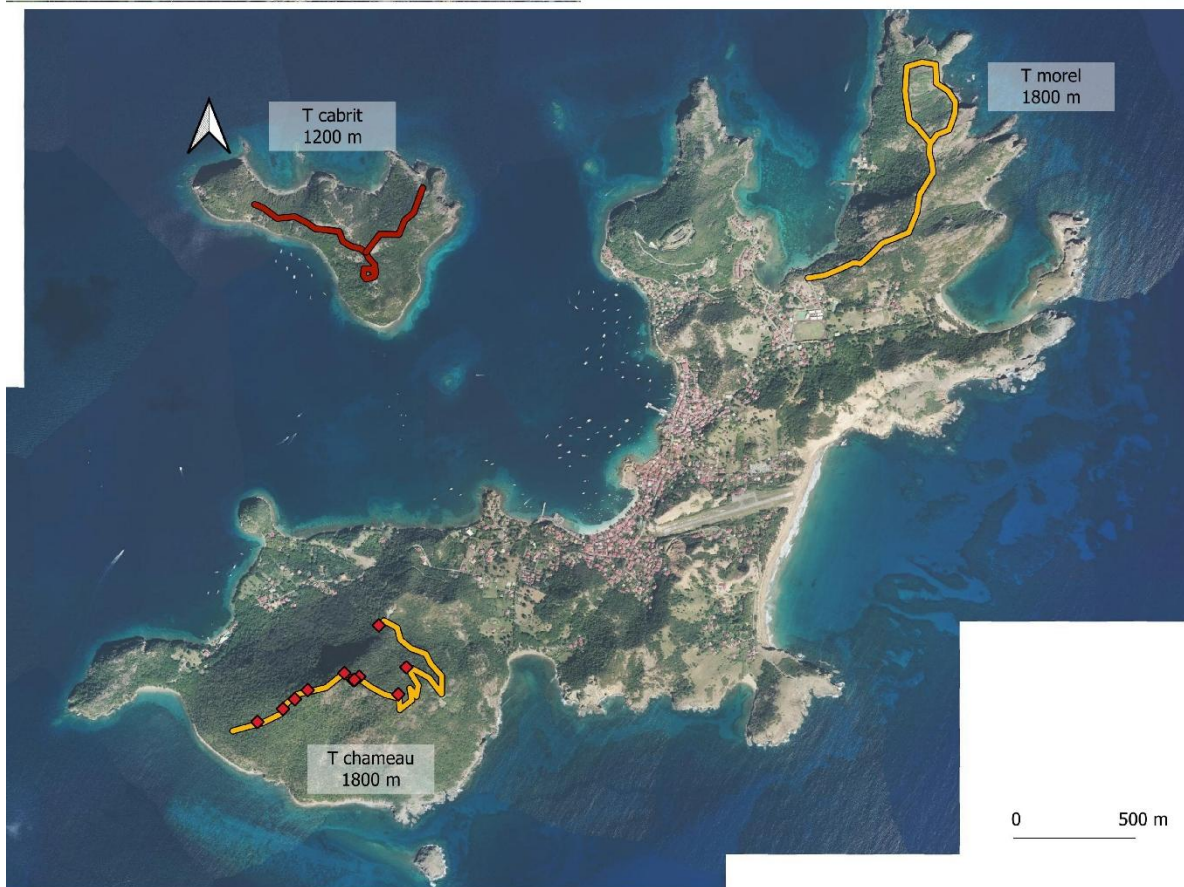
Figure 3 - Transects de Terre-de-Bas avec illustration des 2 habitats (route en haut à gauche et sentier en haut à droite).



Îlet à Cabrit



Morne Morel



Chameau - vers anse Crawen



Chameau - montée route

Figure 4 - Transects de Terre-de-Haut et de l'Îlet à Cabrit avec illustration des différents habitats.

Résultats et discussion

Etape 1 : Implémentation du protocole de suivi

La totalité des passages a permis **28 détections** de l'espèce. La majorité des observations (N=17, 60%) a été réalisée sur Terre de bas et le reste des observations (N=11, 40%) sur le massif du Chameau (Terre de haut). Aucune observation n'a été effectuée sur le transect Morel (Terre de Haut) ni sur le transect de l'îlet à Cabrit. A noter l'observation additionnelle de 2 mues (l'une sur Terre de haut et l'autre sur l'îlet à Cabrit, Figure 2) et d'un cadavre (Terre-de-Bas, Figure 2).

Etape 2 : Analyse statistique des résultats.

Analyse en site occupancy

Le modèle le plus adapté aux données est celui prenant en compte un **effet de la localisation sur la probabilité d'occupation** (Tableau 1). L'utilisation de ce modèle permet d'estimer une **probabilité de détection de 0.22 [0.13-0.35]** (probabilité de détecter une couresse sur un linéaire de 200 m si elle est présente). Cette probabilité de détection est légèrement supérieure mais non statistiquement différente de celle qui avait été estimée lors de l'étude de 2023 (0.14 [0.09 – 0.19]) qui avait eu lieu en février par conditions chaudes et sèches. Il avait été envisagé que la période plus favorable de la saison des pluies permettrait d'augmenter la probabilité de détection de l'espèce mais cela ne semble pas être le cas. Dans une optique de suivi à long terme de l'espèce sur l'archipel des Saintes, **il conviendrait donc de revenir aux préconisations initiales formulées dans Angin & Courtois (2023) avec 8 à 10 passages par transects.**

Tableau 1 - Sélection des modèles de site occupancy avec prise en compte d'un effet "localisation" sur la probabilité d'occupation (ϕ) et la probabilité de détection (p)

	Nombre de paramètres	AIC	Delta
$\phi(\text{localisation}) p(.)$	6	154.9	0
$\phi(.) p(\text{localisation})$	6	157.53	2.64
$\phi(.) p(.)$	2	160.88	5.98
$\phi(\text{localisation}) p(\text{localisation})$	10	161.95	7.05

Pour Terre-de-Haut, la probabilité d'occupation est estimée à **0 pour le secteur Morel où aucune couresse n'a été détectée durant le suivi et à 0.72 [0.48-0.95] pour le massif du**

Chameau (Figure 5). Des témoignages suggèrent la présence de l'espèce sur le massif Morel mais aucune donnée documentée (photographie) n'est pour l'instant disponible. L'expérience des passages de 2024 nous encourage à proposer une **modification du tracé du transect Morel** car une grande partie du trajet passe par des secteurs « désertiques » clairement non favorables à l'espèce. Nous proposons néanmoins de **conserver la partie du transect favorable** afin d'estimer la potentielle présence de l'espèce sur ce secteur et éventuellement détecter sa recolonisation dans l'optique où des opérations de gestion des espèces domestiques divagantes permettrait de rendre la zone plus attractive pour l'espèce. Pour le massif du Chameau, les données récoltées cette année viennent confirmer une **forte occupation de l'espèce**, présente sur le sommet et les flancs du massif. Le transect réalisé est pertinent pour la pérennisation du suivi et l'absence de sentiers sur les autres secteurs ne permet pas d'envisager d'autres transects.

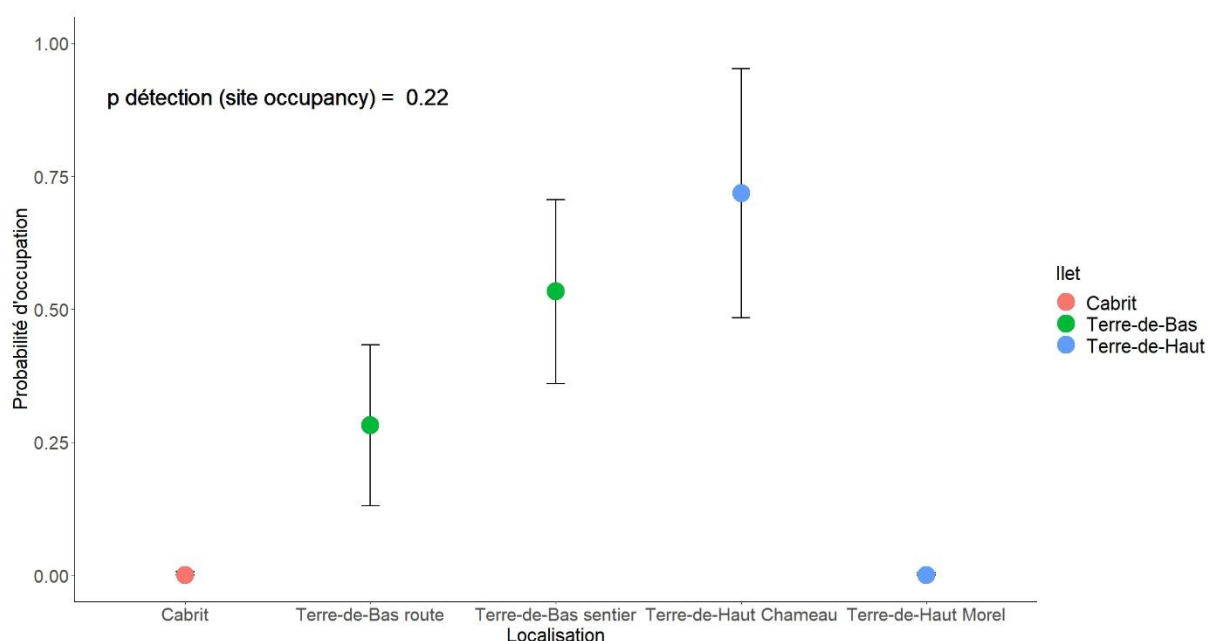


Figure 5 - Probabilités d'occupation estimées en utilisant le modèle le plus adapté aux données prenant en compte un effet de la localisation.

Pour l'îlet à Cabrit, le modèle prédit une **probabilité d'occupation nulle** pour l'espèce puisqu'aucune observation de l'espèce n'a été réalisée durant le suivi (Figure 5). Des données récentes documentée par des photographies, des vidéos ou la détection de mue **attestent que l'espèce est toujours présente sur l'îlet** mais probablement en densité très faible. On touche ici donc à la limite de la méthode. Le fait de réaliser plus de passages comme proposé précédemment pourra peut-être pallier à cela et dans l'optique où des opérations de gestion des espèces domestiques divagantes (chats, rats, poules, cabris, ...) seraient réalisées, permettant une

augmentation des densités, le présent protocole permettra de la détecter. Nous proposons donc de conserver ce transect.

Pour Terre-de-Bas, la probabilité d'occupation varie entre **0.57 [0.36-0.70] sur le secteur « sentier » et 0.28 [0.13-0.43] sur le secteur « route »** (Figure 5). Ceci correspond bien à un ressenti terrain lors du suivi, les travaux réalisés sur la route du Nord ayant rendu plusieurs secteurs peu favorables à la présence des couresses (voir illustration Figure 3). Nous préconisons néanmoins de conserver ce linéaire car l'effet négatif des travaux va s'estomper avec le temps.

Analyse en N-mixture

Le modèle le plus adapté aux données est également celui prenant en compte un **effet de la localisation sur le nombre d'individus moyen** (Tableau 2). L'utilisation de ce modèle permet d'estimer une **probabilité de détection individuelle de 0.10 [0.03-0.28]** (probabilité de détecter une couresse en particulier sur un linéaire de 200 m si elle est présente). Cette probabilité de détection est similaire à celle qui avait été estimée lors de l'étude de 2023 (0.07 [0.03 – 0.11]) qui avait eu lieu en février par conditions chaudes et sèches.

Tableau 2 - Sélection des modèles de N-mixture avec prise en compte d'un effet "localisation" sur la probabilité d'occupation (phi) et la probabilité de détection (p)

	Nombre de paramètres	AIC	Delta
phi(localisation) p(.)	6	177.1	0
phi(.) p(localisation)	6	179.11	2.01
phi(localisation) p(localisation)	10	181.68	4.58
phi(.) p(.)	2	186.75	9.65

L'intérêt de l'utilisation des modèles de N-mixture est néanmoins limité car seule une occasion a permis l'observation de plus d'un individu sur un sous-transect. Il s'agit du sous-transect situé au sommet du massif du Chameau où 4 individus ont été observés en simultanée lors d'un passage. Les estimations proposées suivent globalement le même patron que celui déterminé en site occupancy (Figure 6). La réalisation de plus de passages comme suggéré précédemment permettra probablement d'affiner les estimations proposées dans les années à venir.

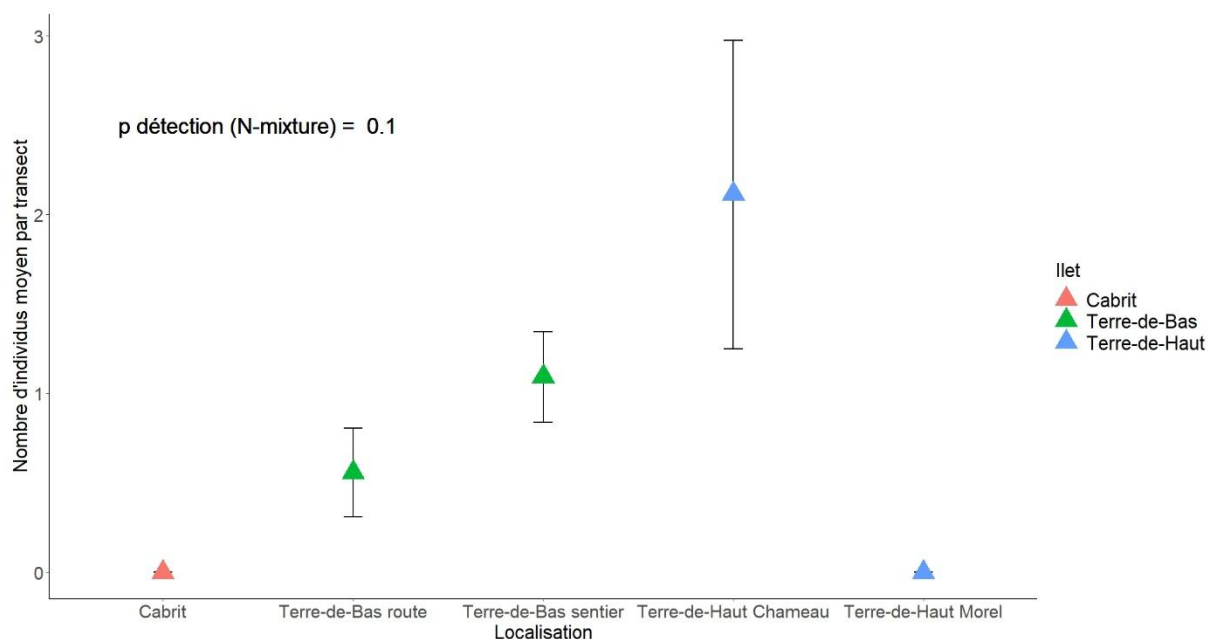


Figure 6 – Nombre d'individus moyen par localisation estimé en utilisant le modèle le plus adapté aux données.

Conclusions

Cette étude permet une première évaluation objective des populations de la couresse des Saintes sur l'archipel. Plusieurs points peuvent être mis en lumière :

- (1) Le fait de réaliser le suivi durant la période humide ne semble pas augmenter significativement la probabilité de détection de l'espèce et il est préférable de réaliser 8 à 10 passages sur chaque transect afin de diminuer les erreurs associées aux estimations.
- (2) Quelques modifications mineures du trajet des transect sont proposées en annexe 1 : modification du transect Morel et ajout d'un transect sur Terre-de-Bas. Nous proposons également d'ajouter un suivi des espèces domestiques divagantes (chats, rats, poules, cabris, ...) sur les linéaires afin d'obtenir un indice de pression.
- (3) L'île de Terre-de-Bas et le massif du Chameau sur Terre-de-Haut restent les 2 secteurs « refuge » de l'espèce où elle présente une probabilité d'occupation (probabilité de présence sur un linéaire de 200 m) variant entre 0.28 et 0.72.
- (4) Le protocole tel que déployé actuellement ne permet pas une bonne estimation des populations de l'îlet à Cabrit qui sont en très faible densité. Néanmoins, la continuité du protocole pourrait permettre de détecter un renforcement de cette population dans l'optique où des opérations de gestion des espèces domestiques divagantes y seraient réalisées.

Bibliographie

Angin, B. & Courtois E. A., 2023 – Définition d'une stratégie de suivi des reptiles menacés de l'archipel des Saintes. Ardops Environnement, ENIA, OFB, 32 p. + annexes.

Armand A., Lopez Pardo J., Pisanu B., Maillard J.-F. & Rateau F., 2021. État des populations de l'herpétofaune native et des vertébrés introduits (mammifères et oiseaux) de deux îlets inhabités des Saintes : îlet à Cabrit et Grand-Îlet. OFB. 62 p. + annexes.

Breuil M., 2002. Histoire naturelle des amphibiens et des reptiles terrestres de l'archipel Guadeloupéen. Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy. Paris, Patrimoines naturels, 54 : 339 p.

Questel, Karl. (2021). *Alsophis rijgersmaei* Cope, 1869 (Squamata: Dipsadidae) sur l'île de Saint-Barthélemy.

Annexe 1 : Proposition de modification pour la pérennisation du suivi

La dernière partie du transect Morel sur Terre-de-Haut se réalise sur un milieu non favorable à la présence de l'espèce déjà rare sur cette partie de l'île. En effet ce secteur du transect est très exposé au vent et donc à la dessiccation des litières. La végétation y est plus rare et composée principalement de taillis arbustifs. Il nous semble donc préférable de ne conserver que la première partie du transect en supprimant la boucle finale (Figure 7). Sur Terre-de-Bas si on souhaite augmenter encore d'avantage la précision des données et leur répartition sur l'île, il est possible d'ajouter un nouveau transect qui suivrait le sentier qui part du sommet de la route du Nord pour arriver à Petites Anses en passant par les lieux-dits Morne Madis et Haut Morne (Figure 7). Un shape amendé est joint à ce rapport.



Figure 7 - A gauche, nouveau tracé du transect Morel sur Terre-de-Haut et à droite, ajout d'un transect supplémentaire sur Terre-de-Bas (Transect morne Madis)

Enfin il nous semble intéressant et peu chronophage d'ajouter aux transects les espèces domestiques divagantes rencontrées (Figure 8). Cela permettrait de bénéficier d'indicateurs de présence et d'abondance pour mesurer l'impact des futures opérations de gestion qui pourraient voir le jour.

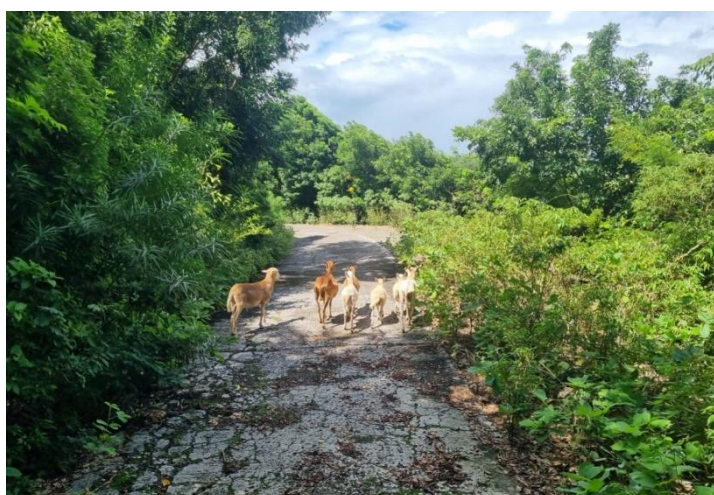


Figure 8 - Un exemple d'espèces domestiques divagantes rencontrées sur les transects

Annexe VIII. Nouveau protocole ! « Calibration et mise en œuvre d'un protocole de suivi de la population d'Iguane des Petites Antilles par comptage répété sur l'île de la Désirade »

Calibration et mise en œuvre d'un protocole de suivi de la population d'Iguane des Petites Antilles par comptage répété sur l'île de la Désirade



AVRIL 2024

Julie PAUWELS

Elodie COURTOIS

REMERCIEMENTS

Cette étude a été commandée par la Direction régionale de l'Office National des Forêts de Guadeloupe (ONF) et financée par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) de Guadeloupe. Elle s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du Plan National d'Actions en faveur de l'Iguane des petites Antilles 2018-2022.



Direction
de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement

Nous remercions l'association Titè, cogestionnaire de la Réserve Naturelle de La Désirade qui nous a permis d'utiliser la Kaz à Titè pendant la durée de la mission, ainsi que les personnels de l'association qui ont participé à la mission (Jean-Claude LALANNE, Sébastien RONADA et Léa SEBES).



Nous remercions le Parc amazonien de Guyane, le GEPOG et la Réserve Naturelle du Mont Grand Matoury de nous avoir prêté les télémètres et les inclinomètres pour la collecte des données.



Enfin, nous remercions Donatien de nous avoir prêté son vélo qui nous a été bien utile !



Citation recommandée

Pauwels J. & Courtois E. (2024) *Calibration et mise en œuvre d'un protocole de suivi de la population d'Iguane des Petites Antilles par comptage répété sur l'île de la Désirade*. 24 p.

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES.....	3
<i>Tableaux</i>	3
<i>Figures</i>	3
1 INTRODUCTION	4
1.1 CONTEXTE	4
1.2 OBJECTIFS ET PRESENTATION DES METHODES	4
2 PROTOCOLE DE CALIBRATION ET MISE EN OEUVRE.....	6
2.1 PROTOCOLE DE CALIBRATION DU SUMI	6
2.1.1 Définition des transects	6
2.1.2 Définition de la méthodologie de comptage.....	8
2.2 COLLECTE DES DONNEES	9
3 ANALYSE DES DONNEES	12
3.1 ANALYSES REALISEES	12
3.2 ANALYSE EN « <i>SITE OCCUPANCY</i> »	13
3.3 ANALYSE EN « <i>N-MIXTURE</i> »	15
3.4 ANALYSE EN « <i>DISTANCE SAMPLING</i> »	16
3.5 COMPARAISON DES METHODES.....	17
3.5.1 Probabilité de détection.....	17
3.5.2 Estimations de densité.....	18
3.6 ANALYSE DE PUISSANCE	19
4 PRECONISATION POUR L'IMPLEMENTATION D'UN SUMI SUR LE LONG TERME	21
4.1 IMPORTANCE DE LA PERENNISATION DU SUMI PAR CMR SUR LA POINTE COLIBRI.....	21
4.2 PROTOCOLE COMPLEMENTAIRE SUR LE RESTE DE L'ILE.....	21
REFERENCES.....	23

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1. Données collectées par parcours et par secteur	11
Tableau 2. Comparaison des modèles d'analyse en « Site occupancy » en prenant en compte ou non effet de la localisation (« loc ») sur la probabilité d'occupation (« phi ») et la probabilité de détection (« p »).	13
Tableau 3. Comparaison des modèles pour les analyses en « N-mixture ».	15

FIGURES

Figure 1. Parcours suivis dans le cadre du protocole. Les observations d'Iguane des petites Antilles (IPA) et d'Iguane commun (IC) sont issues pour la majorité des inventaires réalisés en 2015 (Angin & Guiougou, 2015) et en 2020 (Angin et al., 2021).	7
Figure 2. Localisation des iguanes le long du parcours. L'observateur se place perpendiculairement à l'individu en restant sur le parcours pour enregistrer le point GPS et mesurer la distance à l'individu (a et b) à l'aide du télémètre. Il reste à la même position et mesure l'angle entre le sol et l'individu avec l'inclinomètre (c) ou il se place directement en dessous de l'individu pour mesurer la hauteur à laquelle il est situé (c).	9
Figure 3. Répartition des observations sur les transects parcourus. Aucune observation n'ayant été faite sur les transects PLATEAU, ils ne sont pas représentés.	10
Figure 4. Histogramme des distances perpendiculaires aux transects (A) pour l'ensemble des observations (N=193) et (B) entre 0 et 10m.....	13
Figure 5. Résultat des analyses en « Site occupancy ». A gauche la comparaison en prenant l'ensemble des transects ou seulement un transect sur 2 et à droite le résultat des simulations en prenant un nombre N croissant de transects. Le nombre de transects affichés sur le panneau de droite correspond au nombre total de transects disponibles..	14
Figure 6. Nombre d'individus par transect de 100 m dans chaque catégorie de localisation ..	16
Figure 7. Densité estimée par parcours par la méthode de « N-mixture » dans chaque secteur géographique.	16
Figure 8. Fonction de détection pour toutes les zones confondues et pour les 3 zones séparées (Pointe Colibri, Phare et secteur Centre).....	17
Figure 9. Comparaison des estimations de densité en « Distance sampling » et en « N-mixture » pour l'ensemble et pour les 3 zones séparées (Pointe Colibri, Phare zone Est et zone côtière). La ligne en pointillée au niveau des valeurs de la Pointe Colibri positionne l'estimation de la densité faites en CMR sur cette zone.	18
Figure 10. Analyse de puissance sur les jeux de données simulés sur une durée de 15 ans à gauche en « Site occupancy » et à droite en « N-mixture ». Les droites horizontales en pointillés figurent la limite d'une puissance de 0.8.	19

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Un suivi par Capture-Marquage-Recapture (CMR) de l'Iguane des petites Antilles *Iguana delicatissima* est mise en œuvre annuellement depuis 2012 pour la population située à l'Ouest de l'île de la Désirade. Ce protocole par CMR permet de suivre de manière fiable l'évolution des effectifs et les paramètres démographiques (taux de recrutement, probabilité de survie, etc.) de ce noyau de population. **Néanmoins, il ne rend pas compte de la tendance d'évolution des effectifs des populations sur le reste de l'île.** Implémenter un tel suivi sur l'ensemble des populations de l'île n'étant pas envisageable (coût logistique, humain et financier beaucoup trop élevé), le comité de pilotage du PNA IPA souhaite tester la mise en place d'un protocole **complémentaire et mené en parallèle de la CMR visant à suivre les variations spatiales et temporelles de l'occupation et des effectifs de l'espèce sur l'ensemble de l'île.** Pour cela, l'ONF a sollicité le test d'un protocole de suivi par comptage répété permettant d'évaluer la présence/absence et l'abondance moyenne de l'espèce sur des unités spatiales.

1.2 OBJECTIFS ET PRESENTATION DES METHODES

La présente étude a pour objectif prioritaire de proposer un **protocole permettant de suivre sur le long terme la population d'Iguane des petites Antilles *Iguana delicatissima* de La Désirade sur une grande superficie.** Ce protocole devra permettre de suivre les changements de distribution de l'espèce sur l'ensemble de l'île, et potentiellement des effectifs. Il sera complémentaire du protocole de capture-marquage-recapture (CMR) déployé depuis 2012 sur une surface de 10 ha à la Pointe des Colibris, à l'extrémité Ouest de La Désirade. Outre le suivi de la population d'Iguane des petites Antilles, ce protocole permettra également d'assurer une veille quant à la présence éventuelle d'iguanes invasifs, qu'il s'agisse de l'Iguane commun *I. iguana* ou d'hybrides.

Afin de répondre à cette demande, nous avons proposé dans cette étude le test d'un protocole de suivi à large échelle, basé sur des transects répartis sur l'ensemble de l'île de la Désirade. Nous avons décidé, après discussion avec les statisticiens du CEFE connaissant bien l'espèce (A. BESNARD et T. COUTURIER) et le contexte, de **tester un protocole hybride combinant des approches par « Site occupancy » (présence/absence), « N-mixture » (comptage répété) et « Distance sampling ».**

Les méthodes de « **Site occupancy** » (MacKenzie et al. 2002) s'intéressent à la distribution spatiale d'une espèce et à son éventuelle contraction ou expansion. Elles estiment la probabilité d'occupation de l'espèce sur un ensemble de sites en partant du principe que la probabilité de détection de l'espèce est souvent inférieure à 1 (espèce présente sur un site mais pas détectée lors de tous les passages). Elles impliquent des passages répétés sur plusieurs sites. Ces données permettent alors d'estimer la probabilité de détection de l'espèce, et d'en dériver sa probabilité d'occupation. Dans le cas d'un suivi sur le long terme, on utilise des modèles de « **Site occupancy dynamique** » (Mackenzie et al. 2009). Dans ce cas, on emboîte deux échelles de temps : la première (sessions secondaires) au sein d'une même saison, avec l'hypothèse qu'il n'y a pas de colonisation/extinction sur les sites échantillonnés au sein de la saison (sites fermés), et une deuxième échelle temporelle interannuelle (sessions primaires), qui accepte de fait une ouverture des sites, et qui va permettre d'estimer simultanément les taux d'occupation et de détection sur un site lors d'un passage, mais aussi les taux de colonisation et d'extinction sur les sites d'une année à l'autre.

Les méthodes de « ***N-mixture*** » basées sur des comptages nécessitent également de réaliser plusieurs visites sur plusieurs sites. Ces méthodes n'impliquent pas une reconnaissance individuelle des animaux, contrairement à des méthodes de CMR. Elles s'appuient uniquement sur le nombre d'individus contactés à chaque passage, et sur la variabilité de ces comptages (Royle 2004). Dans le cas d'un suivi sur le long terme, comme pour le « ***Site occupancy dynamique*** », deux échelles de temps sont s'emboîtées, avec l'hypothèse de populations fermées (pas de naissance, de mortalité, ni de phénomènes d'émigration-immigration d'individus) entre les comptages répétés (sessions secondaires), mais en populations ouvertes d'une année de comptage à l'autre (sessions primaires) (Kéry et al. 2005). Cette méthode permet d'estimer un taux de croissance annuel des effectifs de la population (Hostetler & Chandler 2015).

Le « ***Distance sampling*** » est une méthodologie largement utilisée pour estimer la densité ou l'abondance d'une espèce en utilisant les distances mesurées entre les individus et l'observateur positionné sur des points ou des transects. Dans le cas de transects, les distances perpendiculaires aux animaux détectés sont mesurées, tandis que dans le cas de points, on utilise les distances radiales. La méthode se base sur le fait que la probabilité de détecter un animal diminue à mesure que sa distance par rapport à l'observateur augmente. On utilise les distances mesurées sur le terrain pour paramétrer une fonction de détection, qui modélise la probabilité de détecter un animal, compte tenu de sa distance par rapport au transect. Cette information permet alors d'estimer la densité des individus dans une zone géographique donnée.

2 PROTOCOLE DE CALIBRATION ET MISE EN OEUVRE

2.1 PROTOCOLE DE CALIBRATION DU SUIVI

2.1.1 DEFINITION DES TRANSECTS

Nous avons défini des transects comme unités d'échantillonnage. Ces transects ont été établis a posteriori de la période de terrain, par découpage du linéaire du parcours des observateurs en tronçons de longueurs égales. Les parcours sont répartis sur l'ensemble de l'île et stratifiés par zones géographiques (Figure 1). Ils ont été sélectionnés selon plusieurs critères. L'objectif premier est de les **répartir sur toute l'île** afin d'avoir un indice de suivi de l'évolution de la présence et/ou de l'abondance d'Iguane des petites Antilles représentatif de l'ensemble du territoire. Un tel suivi implique une répétition à l'identique des parcours d'années en années. Nous avons donc sélectionné des parcours qui **ne posent pas de conflit d'usage** afin de garantir leur accès et assurer ainsi la pérennité du suivi. Enfin, les parcours ont été positionnés à la fois sur des zones où **la présence d'individu est inconnue ou très rare** (notamment sur le plateau) et sur des zones où **la présence d'individus est connue mais non suivie à ce jour**. Cette information a été obtenue grâce aux données d'occurrences acquises notamment aux cours des travaux d'inventaire réalisés en 2015 (Angin & Guiougou, 2015) et en 2020 (Angin et al., 2021) (Figure 1).

Le parcours de la Pointe Colibri a été tracé de façon à **recouper la zone de capture de la CMR** pour permettre une comparaison des résultats obtenus avec les deux types de suivi et potentiellement d'en faire une analyse statistique conjointe dans le futur.

Ainsi, 10 parcours ont été définis pour une longueur totale de plus de 16 km et répartis sur quatre secteurs : l'Ouest, le Centre (zone côtière), l'Est et le Plateau (Figure 1).

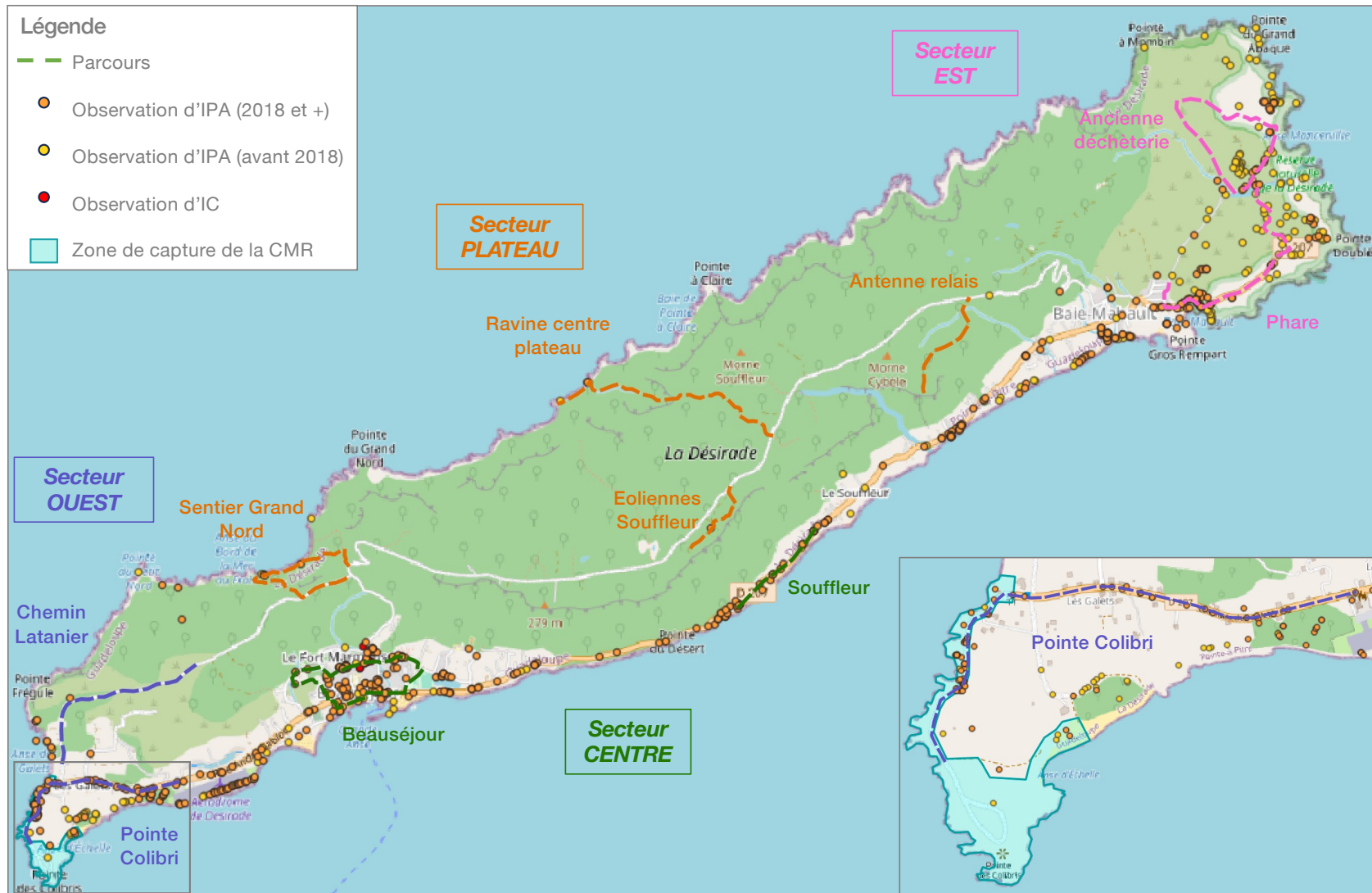


Figure 1. Parcours suivis dans le cadre du protocole. Les observations d'Iguane des petites Antilles (IPA) et d'Iguane commun (IC) sont issues pour la majorité des inventaires réalisés en 2015 (Angin & Guiougou, 2015) et en 2020 (Angin et al., 2021).

2.1.2 DEFINITION DE LA METHODOLOGIE DE COMPTAGE

Le suivi est réalisé entre 8h et 17h lorsque les conditions météo sont favorables (pas de pluie). L'observateur suit le parcours à une vitesse lente (~1 km/h) et sans retour en arrière. Il peut cependant regarder en arrière pour bien scruter la végétation. L'observateur est muni d'une paire de jumelles qu'il utilise pour valider l'observation d'individus et relever des informations spécifiques (sexe, âge). Lorsque l'observateur est accompagné d'un binôme, celui-ci ne participe pas aux observations. Si le binôme observe des iguanes non repérés par l'observateur, ils peuvent être notés, mais ils ne sont pas pris en compte dans les données de comptage répété.

Note : Nous avons fait le choix d'un protocole avec un seul observateur, car il est approprié à la faible densité d'iguanes sur le territoire et permet d'avoir un protocole nécessitant peu de moyens humains.

Pour chaque parcours, l'observateur note :

- Le **nom de l'observateur** et du binôme s'il y en a un, en précisant bien le rôle de chacun ;
- La **date** ;
- Le **nom du parcours** ;
- La **météo** au début du suivi et au cours du suivi s'il y a un changement (en notant l'heure) ;
- L'**heure de début et fin** du suivi.

Si le suivi doit être interrompu (par exemple à cause d'une averse), on note l'heure d'interruption et l'heure de reprise.

A chaque observation d'un iguane, l'observateur note :

- L'**heure de l'observation** ;
- Le **point GPS** où l'observateur est sur le parcours en se positionnant perpendiculairement à l'individu observé (Figure 2) ;
- La **distance à l'individu**, mesurée avec le télémètre, toujours en se plaçant perpendiculairement à l'individu (Figure 2) ;
- Soit la **hauteur à laquelle est située l'individu**, mesurée avec le télémètre, en se plaçant en dessous de l'individu (Figure 2). Dans le cas où la prise d'une mesure précise est impossible (impossibilité physique d'accéder au pied de l'arbre par exemple), une estimation de la hauteur sera indiquée. Soit l'**angle entre le sol et l'individu**, mesuré avec un inclinomètre, en restant sur le transect et en se plaçant perpendiculairement à l'individu (Figure 2) ;
- Le **support** de l'individu (sol, bâti, végétation) ;
- Si possible, la **classe d'âge** (juvénile, subadulte, adulte) et le **sexe** de l'individu.

Les données de terrain ont été recueillies sur smartphone à l'aide d'un formulaire numérique Kobo Toolbox (voir Annexe 1).

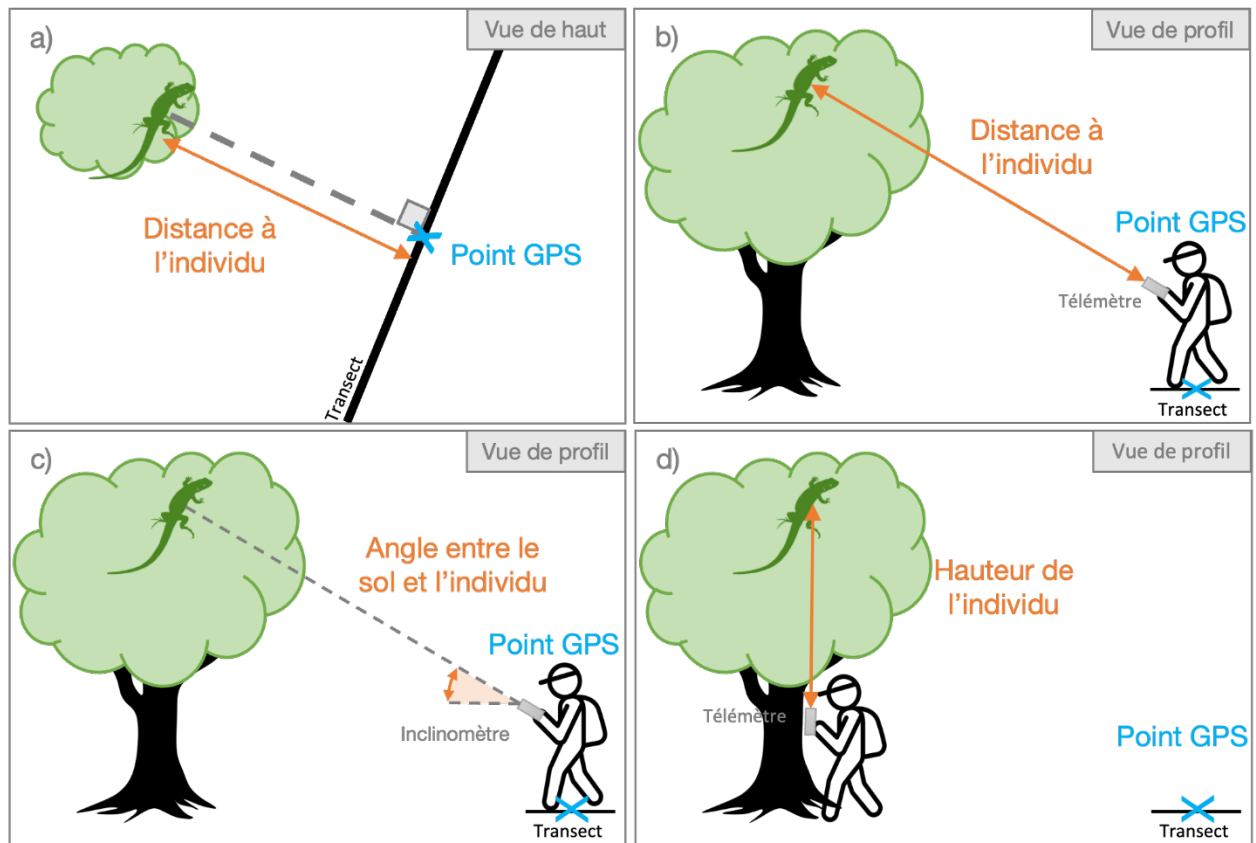


Figure 2. Localisation des iguanes le long du parcours. L'observateur se place perpendiculairement à l'individu en restant sur le parcours pour enregistrer le point GPS et mesurer la distance à l'individu (a et b) à l'aide du télémètre. Il reste à la même position et mesure l'angle entre le sol et l'individu avec l'inclinomètre (c) ou il se place directement en dessous de l'individu pour mesurer la hauteur à laquelle il est situé (d).

2.2 COLLECTE DES DONNEES

Les données ont été collectées entre le 26 et le 31 janvier 2024 (**6 jours**). La météo a été pluvieuse sur plusieurs demi-journées, mais nous avons réussi à réaliser l'ensemble des suivis nécessaires. Au total, la phase de terrain a permis de faire **193 observations** d'Iguane des Petites Antilles (Figure 3).

Les observateurs ayant réalisé les suivis sont Julie PAUWELS, Elodie COURTOIS, Jean-Claude LALANNE (Titè) et Sébastien RONADA (Titè), avec la participation de Léa SEBESI (Titè).

L'objectif de faire 5 passages par parcours a été atteint et même dépassé pour tous les parcours des secteurs Ouest, Centre et Est (Tableau 1). En l'absence d'observations sur les parcours du Plateau, tous les passages n'ont pas été effectués et nous avons choisi de faire des passages supplémentaires sur les autres secteurs. Le parcours de la Ravine au centre du plateau n'a été suivi qu'une seule fois, car le chemin qui existait a été détruit par les tempêtes récentes et la progression dans la ravine est devenue très compliquée. Ce parcours n'a donc pas été inclus dans les analyses. Aucune observation n'a été faite sur ce transect au cours de la prospection mais une observation a été faite sur la côte Nord en dehors du suivi (donnée intégrée à la BDD). À titre indicatif, l'effort cumulé dans le cadre de cette étude représente 83 km de transect parcourus (cf. détail en Tableau 1).

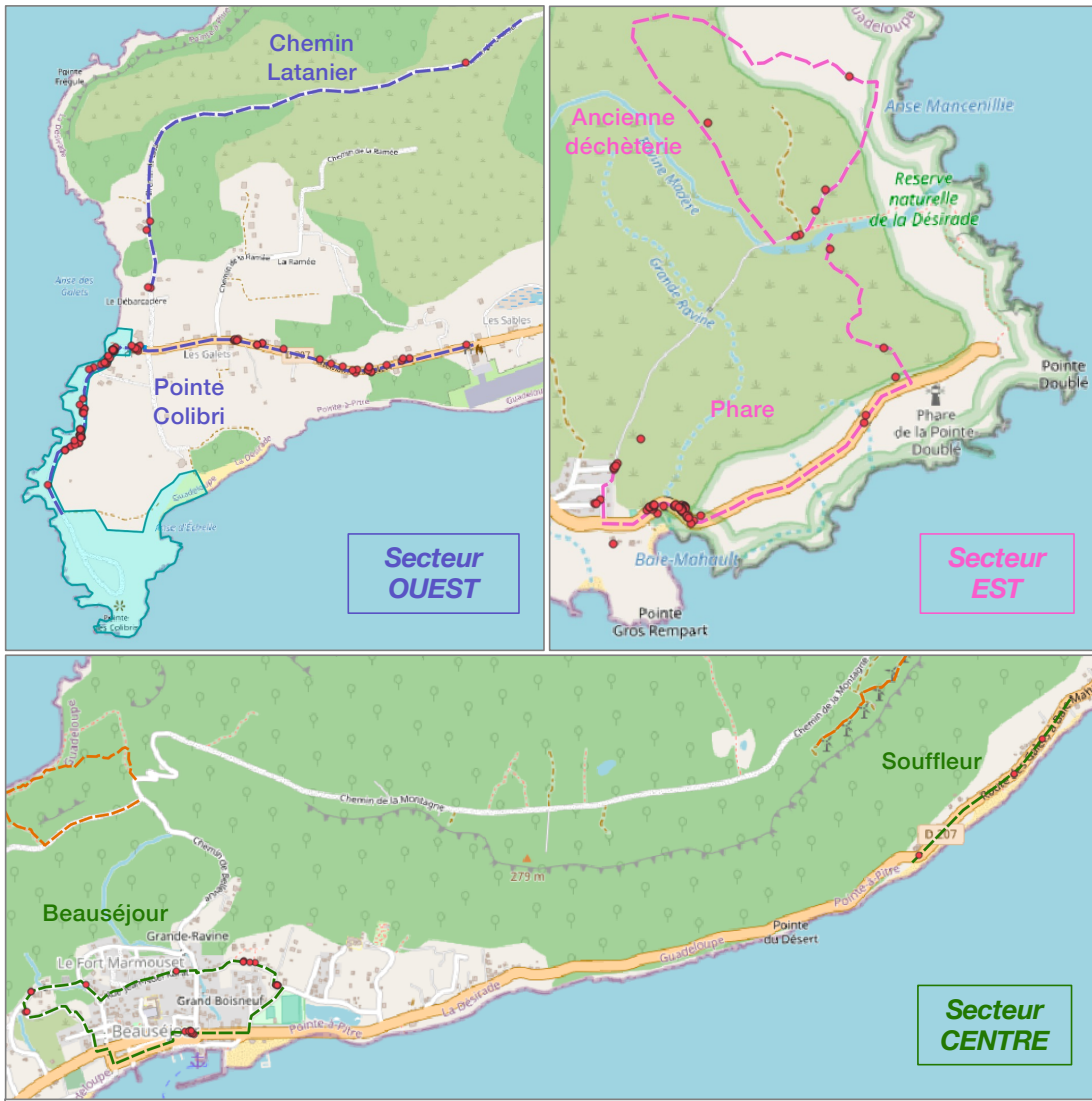


Figure 3. Répartition des observations sur les transects parcourus. Aucune observation n'ayant été faite sur les transects PLATEAU, ils ne sont pas représentés.

Tableau 1. Données collectées par parcours et par secteur

	Transect	Longueur (m)	Nb de répétitions	Nb total d'IPA observé
Secteur OUEST	Pointe Colibri	1547	6	92
	Chemin Latanier	1518	6	5
	Total OUEST	3065		97
Secteur CENTRE	Beauséjour	2556	6	26
	Souffleur	877	6	3
	Total CENTRE	3433		29
Secteur EST	Ancienne déchetterie	2325	6	6
	Phare	2022	7	61
	Total EST	4347		67
Secteur PLATEAU	Sentier Grand Nord	1809	4	0
	Antenne relais	911	4	0
	Éoliennes Souffleur	664	5	0
	<i>Ravine centre plateau</i>	<i>2011</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
	Total PLATEAU	5395		0
TOTAL		16 240		193

L'ensemble des données collectées au cours des suivis ainsi que des données opportunistes recueillies au cours de la phase de repérage et pendant la semaine de terrain sont transmises avec ce rapport dans un format compatible avec la base de données Karunati.

Veille écologique

Aucun individu d'Iguane commun ou d'hybride n'a été observé au cours des prospections.

Deux cadavres d'iguanes ont été observés à proximité sur la route (voir base de données pour les localisations). La mortalité est vraisemblablement due à des collisions avec des véhicules.

3 ANALYSE DES DONNEES

3.1 ANALYSES REALISEES

Nous avons réalisé trois types d'analyses avec le jeu de données généré par cette étude :

- Analyse en « **Site occupancy** » : cette analyse permet d'estimer la probabilité qu'un transect soit occupé ou non par au moins un individu (**présence/absence**) ;
- Analyse en « **N-mixture** » : cette analyse permet d'estimer l'**abondance** (le nombre d'individus) par transect ;
- Analyse en « **Distance sampling** » : cette analyse permet d'estimer la **densité** d'individus par surface prospectée.

Pour réaliser les analyses en « **Site occupancy** » et en « **N-mixture** », les parcours ont été redécoupés en transects de 100m, soit 139 transects au total répartis sur les quatre secteurs géographiques :

- Secteur Ouest – Pointe Colibri & Chemin Latanier : 30 transects ;
- Secteur Centre – Beauséjour & Souffleur : 33 transects ;
- Secteur Est – Phare et Ancienne déchetterie : 43 transects ;
- Secteur Plateau – Antenne relais, Éoliennes Souffleur & Sentier Grand Nord : 33 transects.

Pour l'ensemble des analyses, nous avons conservé uniquement les données concernant les individus adultes et subadultes, et au maximum 6 passages par transect, soit **177 données d'observation d'iguanes** au total.

Distribution des distances d'observation

L'histogramme des distances de détection devrait présenter une répartition décroissante avec plus d'individus aux plus faibles distances, et de moins en moins au fur et à mesure que la distance d'observation augmente. L'histogramme des distances de détection mesurées dans cette étude présente un profil « en cloche » avec moins d'observations entre 0 et 5m qu'entre 5 et 10m (Figure 4 (A)). Ce profil « en cloche » est typiquement observé lors d'un comportement de fuite des individus à l'arrivée de l'observateur. D'après nos observations de terrain, nous estimons que cet effet est plutôt dû à un milieu moins propice pour les iguanes à faible distance de l'observateur, la majorité des parcours étant réalisés sur des chemins et routes carrossables larges de plusieurs mètres. Nous avons fait très peu d'observations sur la route, les iguanes étant principalement dans la végétation aux abords de la route. Afin de s'affranchir de cette caractéristique pour l'analyse en « **Distance sampling** », nous avons regroupé les données en trois classes de distance (voir plus bas, 3.4).

Le nombre d'individus dans la zone entre 0 et 10 m du transect augmente jusqu'à une distance de 8 m et diminue fortement à partir de 9m (Figure 4). Pour les analyses en « **Site occupancy** » et en « **N-mixture** », nous avons donc décidé de conserver les données de détection dans une bande de 8 m de chaque côté du transect.

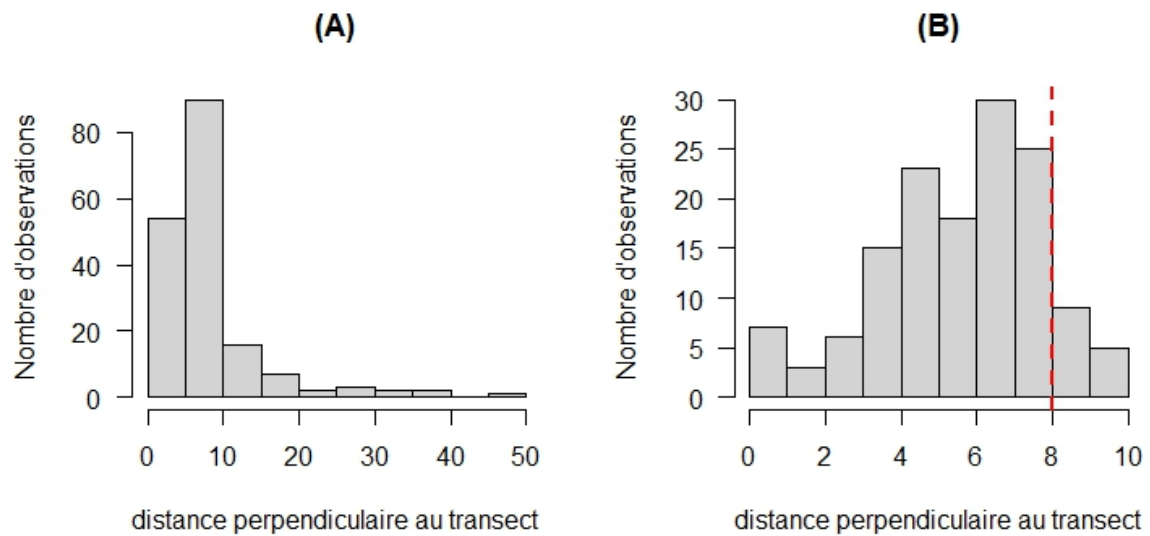


Figure 4. Histogramme des distances perpendiculaires aux transects (A) pour l'ensemble des observations (N=193) et (B) entre 0 et 10m.

3.2 ANALYSE EN « SITE OCCUPANCY »

Dans une analyse en « *Site occupancy* », on ne considère pas l'effet potentiel de la distance de l'individu à l'observateur sur la probabilité de détection. Nous avons donc gardé uniquement les données dans une bande de 8 m de chaque côté du transect (N=127) (Figure 4).

Nous avons comparé 4 modèles prenant en compte ou non un effet de la localisation (4 secteurs) sur les probabilités de détection et d'occupation. Le modèle le plus parcimonieux est celui prenant en compte un **effet de la localisation sur la probabilité d'occupation, la probabilité de détection étant la même pour tous les secteurs** (Tableau 2).

Tableau 2. Comparaison des modèles d'analyse en « *Site occupancy* » en prenant en compte ou non effet de la localisation (« loc ») sur la probabilité d'occupation (« phi ») et la probabilité de détection (« p »).

Modèle	Paramètres	AIC	Delta AIC
phi(loc) p(.)	5	367.5	0.0
phi(loc) p(loc)	8	369.7	2.2
phi(.) p(loc)	5	371.3	3.8
phi(.) p(.)	2	388.1	20.6

Probabilité de détection

Le meilleur modèle fournit une estimation de la **probabilité de détection de 0,37 [IC95% : 0,30-0,46]**. C'est-à-dire que l'observateur a en moyenne 37% de chance de détecter au moins un iguane lorsque le transect est occupé par l'espèce.

Probabilité d'occupation

La probabilité d'occupation est nulle pour le secteur Plateau puisqu'aucune observation n'a été réalisée durant le suivi sur les parcours de cette zone. Néanmoins, les données de prospection montrent que l'espèce y est présente (Angin & Guiougou, 2015, Angin et al., 2021), mais en très faible densité. Une observation hors-suivi a été faite sur ce secteur pendant la phase de terrain (voir données). Il est par ailleurs probable que la capacité de l'observateur à détecter des individus soit très faible dans ce contexte très forestier.

Pour les trois autres secteurs, la probabilité d'occupation (c'est-à-dire la probabilité qu'un linéaire de 100 m soit occupé par l'espèce) varie entre **0,16 [IC95% : 0,07-0,33] pour le secteur Centre** et **0,50 [IC95% : 0,31-0,67] pour le secteur Ouest** avec une valeur intermédiaire de **0,27 [IC95% : 0,15-0,43] pour le secteur Est**

Simulations

Nous avons réalisé des simulations afin d'estimer la perte de précision dans l'estimation des probabilités d'occupation lorsqu'on diminue le nombre de transects réalisés. Pour l'ensemble des simulations, nous avons utilisé le modèle sélectionné (voir plus haut) prenant en compte un effet de la localisation sur la probabilité d'occupation.

Pour ces simulations, nous avons dégradé le jeu de données de 2 manières :

- En ne gardant qu'un transect sur 2. Les transects conservés sont ainsi espacés de 100m les uns des autres ;
- En prenant aléatoirement 10, 20, 30 ou la totalité des transects (100 simulations) dans chaque secteur géographique, afin d'évaluer la perte d'informations en diminuant le nombre de transects.

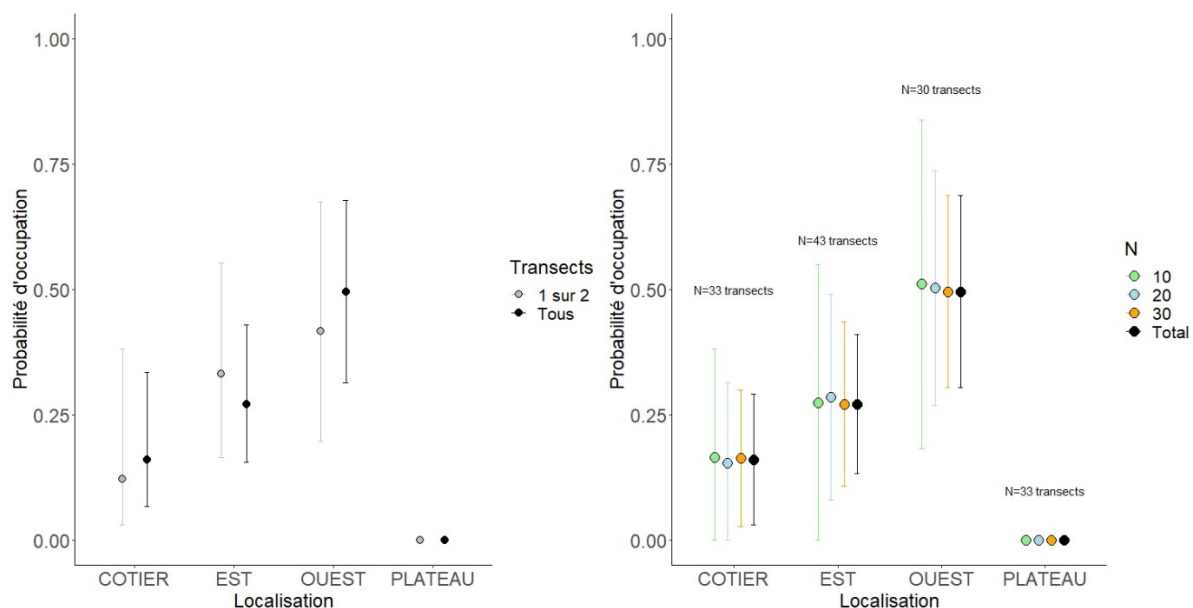


Figure 5. Résultat des analyses en « Site occupancy ». A gauche, la comparaison en prenant l'ensemble des transects ou seulement un transect sur 2 ; à droite, le résultat des simulations en prenant un nombre N croissant de transects. Le nombre de transects affichés sur le panneau de droite correspond au nombre total de transects disponibles.

Dans les deux simulations, augmenter le nombre de transects améliore la précision des estimations (l'intervalle de confiance à 95% diminue) (Figure 5). Par ailleurs, la probabilité de détection en utilisant un transect sur deux est estimée à 0,42 [IC95% : 0,31 - 0,53], elle n'est donc pas différente de la probabilité de détection avec l'ensemble des transects (0,37 [IC95% :

0,30-0,46]). En réalisant moins de transects, la probabilité de détection estimée reste donc la même mais la précision est moins bonne.

3.3 ANALYSE EN « *N-MIXTURE* »

De même que pour l'analyse en « *Site occupancy* », la probabilité de détection est considérée comme identique quelle que soit la distance de l'individu à l'observateur dans une analyse en « *N-mixture* ». Nous avons donc utilisé pour cette analyse, le même jeu de données que pour l'analyse en « *Site occupancy* » (139 transects de 100m, 4 secteurs géographiques, entre 4 et 6 passages, uniquement dans une bande de 8m, uniquement adultes et subadultes). Nous avons comparé 4 modèles prenant en compte ou non l'effet de la localisation (4 secteurs) sur les probabilités de détection et l'abondance moyenne. Le modèle le plus parcimonieux est celui prenant en compte un **effet de la localisation sur l'abondance moyenne** (Tableau 3).

Tableau 3. Comparaison des modèles pour les analyses en « *N-mixture* ».

Modèle	Paramètres	AIC	Delta AIC
$\phi(\text{loc}) \ p(\text{loc})$	8	639.5	0.0
$\phi(\text{loc}) \ p(.)$	5	639.8	0.3
$\phi(.) \ p(\text{loc})$	5	648.7	9.2
$\phi(.) \ p(.)$	2	686.6	47.1

Probabilité de détection

La probabilité de détection d'un individu estimée par le modèle en « *N-mixture* » est de **0,23 [IC95% : 0,17-0,29]**. Cette probabilité de détection est typiquement inférieure à celle estimée avec les modèles de « *Site occupancy* » puisqu'elle représente la probabilité de détecter un individu donné (et non pas au moins un individu parmi ceux occupant le transect).

Abondance par transect et densité moyenne

En utilisant ce modèle, on estime que le nombre d'individus par transect de 100m varie entre 0 et 13 individus avec une forte variabilité par transects (Figure 6). Nous avons ensuite réalisé l'estimation des densités moyennes par parcours en divisant le nombre d'individus par une bande de 16m (Figure 7). Les intervalles de confiance ont été estimés par bootstrap.

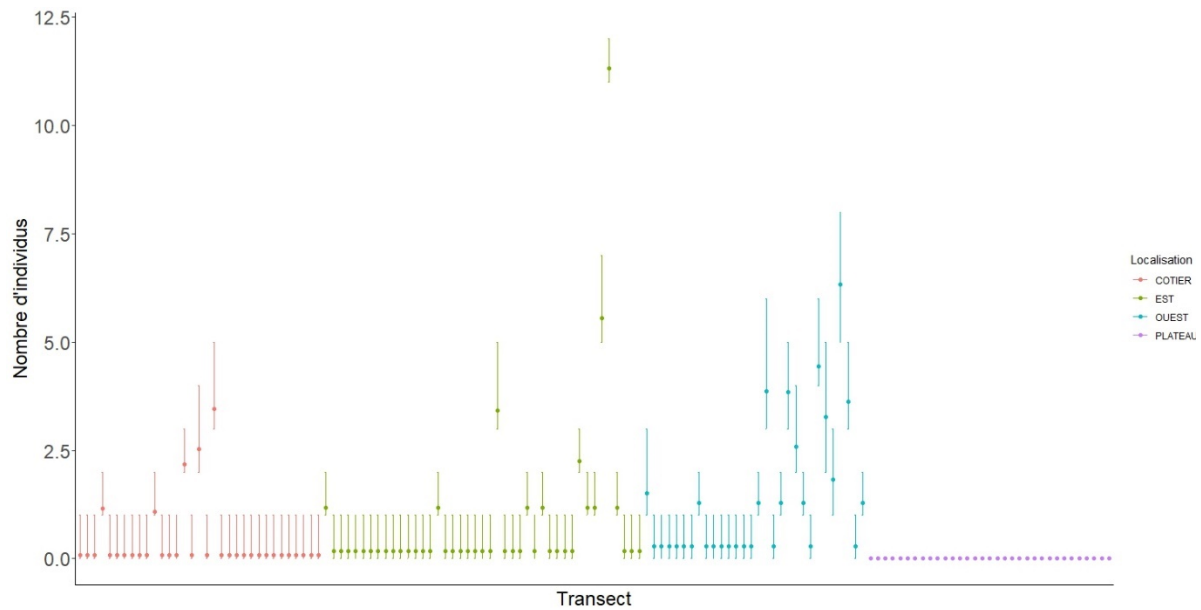


Figure 6. Nombre d'individus par transect de 100 m dans chaque catégorie de localisation

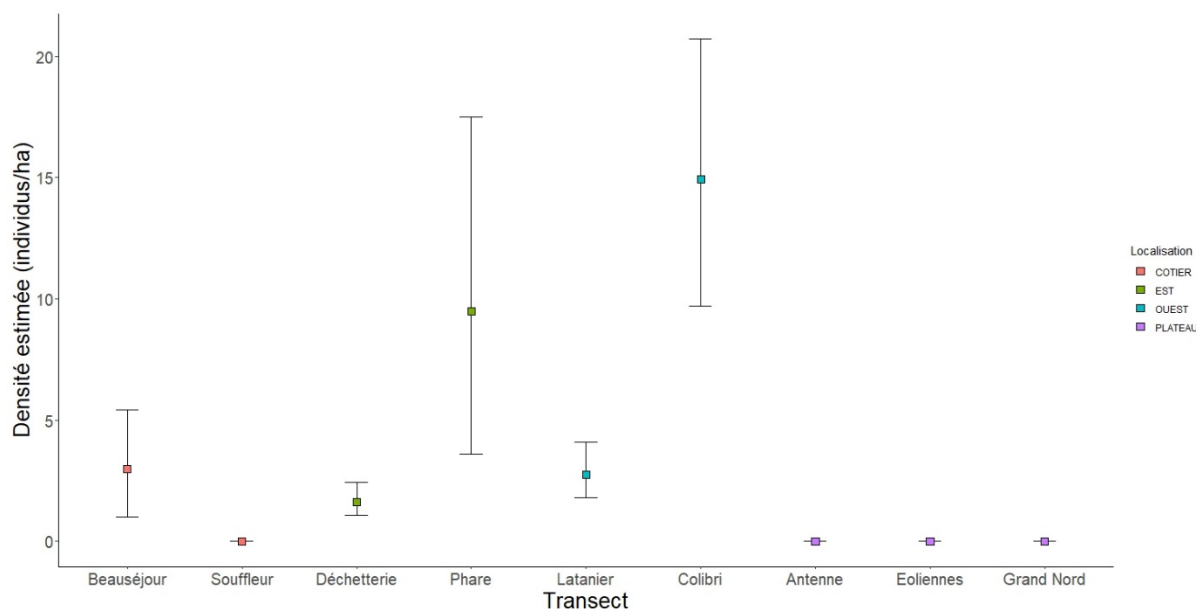


Figure 7. Densité estimée par parcours par la méthode de « *N-mixture* » dans chaque secteur géographique.

3.4 ANALYSE EN « *DISTANCE SAMPLING* »

Pour les analyses en « *Distance sampling* », on utilise le fait que la probabilité de détection est dépendante de la distance de l'observation : plus un iguane est loin de l'observateur, moins il a de chance d'être détecté. L'analyse en « *Distance sampling* » nécessite donc une quantité suffisante de données d'observations afin de paramétrer une fonction de détection caractéristique de la zone étudiée. Nous avons donc pu utiliser les données de 4 parcours pour cette analyse (**N=162 observations**) : Ouest – Pointe Colibri, Est – Phare, Centre – Souffleur et Centre – Beauséjour. Nous avons estimé une densité moyenne sur ces 4 transects puis les avons analysés en 3 zones : le parcours de la pointe Colibri (N=82 observations), le parcours du Phare

au sein de la réserve de la Désirade (N=52 observations) et le secteur Centre en utilisant les parcours Souffleur et Beauséjour (N=28 observations).

Afin de s'affranchir de la forme de l'histogramme des détections avec une augmentation des observations pour des distances intermédiaires (Figure 3), nous avons réalisé une modification des données de distance en faisant 3 classes de distances : [0-7m], [7-14m] et [14-21m]. Nous avons étudié visuellement plusieurs fonctions de détection et utilisé la fonction « hazard » sans paramètres d'ajustement (Figure 8).

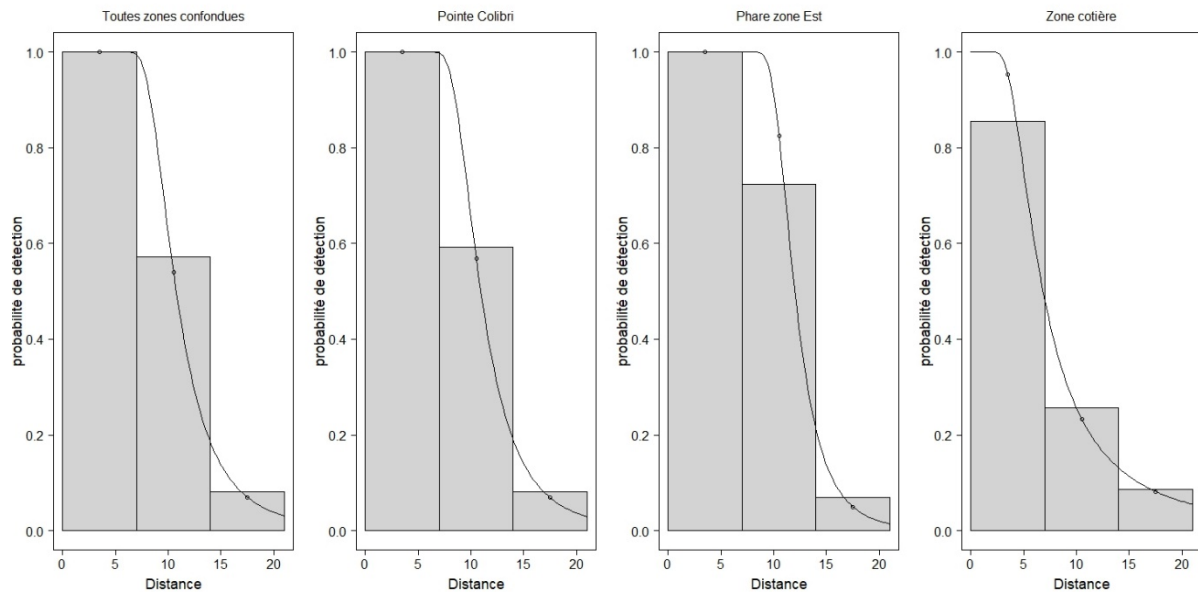


Figure 8. Fonction de détection pour toutes les zones confondues et pour les 3 zones séparées (Pointe Colibri, Phare et secteur Centre).

Densité moyenne

La densité moyenne en utilisant les 4 zones est de **10 [IC95% : 8,3-11,6] individus / ha**. En estimant séparément pour les 3 zones, on retrouve une densité la plus faible pour le secteur Centre avec 4,8 [IC95% : 0,5-9,2] individus/ha, maximale pour le parcours Pointe Colibri avec 22,6 [IC95% : 17,4-27,8] individus /ha, et intermédiaire pour le parcours Phare à l'Est de l'île avec 10,2 [IC95% : 7,2-13,2] individus /ha.

3.5 COMPARAISON DES METHODES

3.5.1 PROBABILITE DE DETECTION

La probabilité de détection en « **Site occupancy** » est estimée à **0,37 [IC95% : 0,30-0,46]**. Avec cette probabilité de détection, **cinq passages** sont nécessaires pour avoir une probabilité de 90% de détecter l'espèce si elle est présente sur le transect. Ceci se calcule avec la formule suivante :

$$K = \frac{\log(1-p)}{\log(1-p')}$$
 où K est le nombre de passages, p la puissance (0,90) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population (Mackenzie & Royle, 2005).

La probabilité de détection estimée avec le modèle de « *N-mixture* » est de **0,23** [IC95% : 0,17-0,29]. Cette probabilité semble légèrement inférieure mais non différente statistiquement (recoupement des intervalles de confiance) à celles estimée sur la population de Petite Terre qui variait de **0,28** [IC95% : 0,26-0,30] en 2013 à **0,49** [IC95% : 0,26 – 0,52] en 2019 (Warret Rodrigues et al, 2023).

3.5.2 ESTIMATIONS DE DENSITE

Afin de comparer les estimations faites avec les analyses en « *N-mixture* » et en « *Distance sampling* », nous avons ramené l'ensemble des estimations à une densité en divisant par la longueur des transects utilisés multiplié par une bande de 42 m pour les estimations en « *Distance sampling* » et multiplié par une bande de 16 m pour les estimations en « *N-mixture* ». Nous avons comparé les estimations de densité pour (1) les données des 4 parcours (Ouest – Pointe Colibri, Est – Phare, Centre – Souffleur et Centre – Beauséjour) ensemble, et (2) les données séparées pour 3 zones (Point Colibri, Phare et secteur Centre).

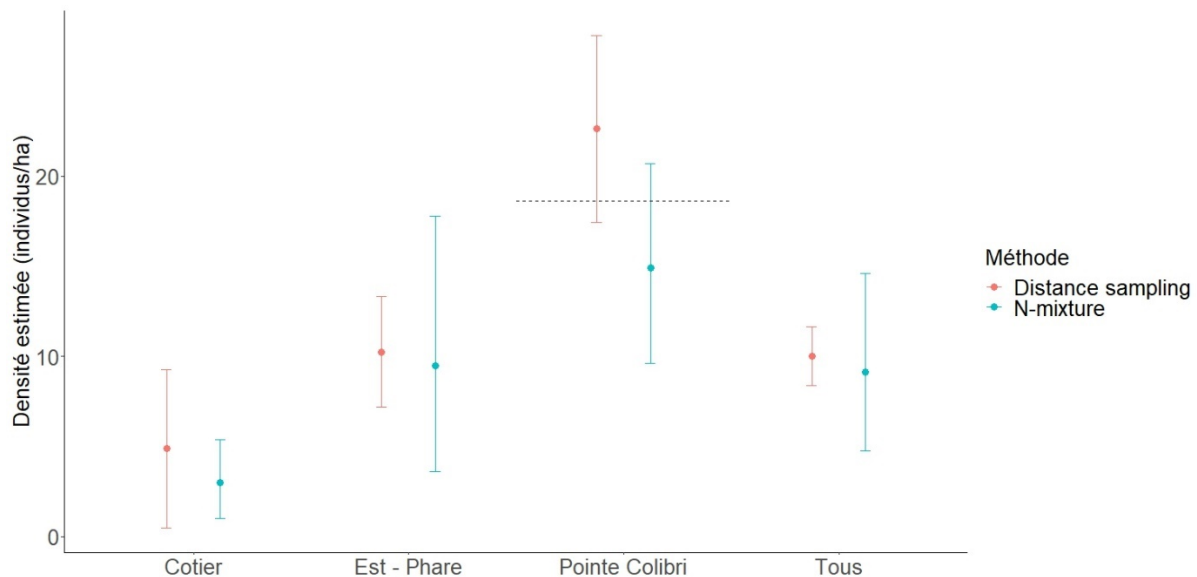


Figure 9. Comparaison des estimations de densité en « *Distance sampling* » et en « *N-mixture* » pour l'ensemble et pour les 3 zones séparées (Pointe Colibri, Phare zone Est et secteur Centre (côtier)). La ligne en pointillée au niveau des valeurs de la Pointe Colibri positionne l'estimation de la densité faites en CMR sur cette zone.

Bien qu'il y ait des différences d'estimation en fonction de la méthode utilisée pour l'analyse, **les variations spatiales mises en évidence restent similaires** avec une densité plus forte sur le parcours Pointe Colibri, intermédiaire pour le parcours Phare à l'Est et minimale pour le secteur Centre (Figure 9).

Par ailleurs, l'estimation de densité faite avec ces deux méthodes sur la Pointe Colibri est cohérente avec l'estimation issue de l'analyse des données de la CMR réalisée en 2022 (Warret Rodrigues et al., 2023). La population de la Pointe Colibri était estimée en CMR à 186 [IC95% : 148–256] individus pour une surface d'environ 10 ha, soit une densité d'environ 18,6 individus/ha. Elle est estimée à **14,5** [IC95% : 10,9-21,4] individus/ha en utilisant l'analyse en

« *N-mixture* » (comptages répétés) et à **22,6** [IC95% : 17,4-27,8] individus/ha en utilisant l'analyse en « *Distance sampling* ».

3.6 ANALYSE DE PUISSANCE

Afin de **déterminer le nombre optimal de transects à suivre** pour l'implémentation de ce suivi sur le long terme, nous avons réalisé une analyse de puissance en simulant des jeux de données de suivi en « *Site occupancy* » et en « *N-mixture* ». Pour cela, nous avons utilisé les paramètres (probabilité d'occupation ou abondance par secteurs et probabilité de détection) estimés avec le jeu de données réel de 2024. Nous avons conservé 3 secteurs (Est, Centre et Ouest). Nous avons ensuite simulé l'évolution de ces paramètres sur une durée de 15 ans, en prenant en compte une diminution continue de 2%, 3% ou 5% de la probabilité d'occupation et de l'abondance moyenne (soit une diminution cumulée de 25%, 35% ou 51% de ces paramètres en 15 ans). Nous avons considéré 5 passages par an et par transect.

Pour chaque jeu de données, nous avons estimé la puissance, c'est-à-dire la probabilité de détecter un effet « année » dans la probabilité d'occupation ou dans l'abondance moyenne. **Avec 30 sites par catégories (Est, Ouest et Centre, soit 90 sites au total) et 5 passages par an, on peut détecter avec une puissance supérieure à 0,8 un déclin annuel de 5% de la probabilité d'occupation et un déclin annuel de 3% des effectifs** (Figure 10). Pour détecter un déclin annuel de 2% des effectifs, il faudrait passer à 50 sites par catégories (soit 150 sites au total).

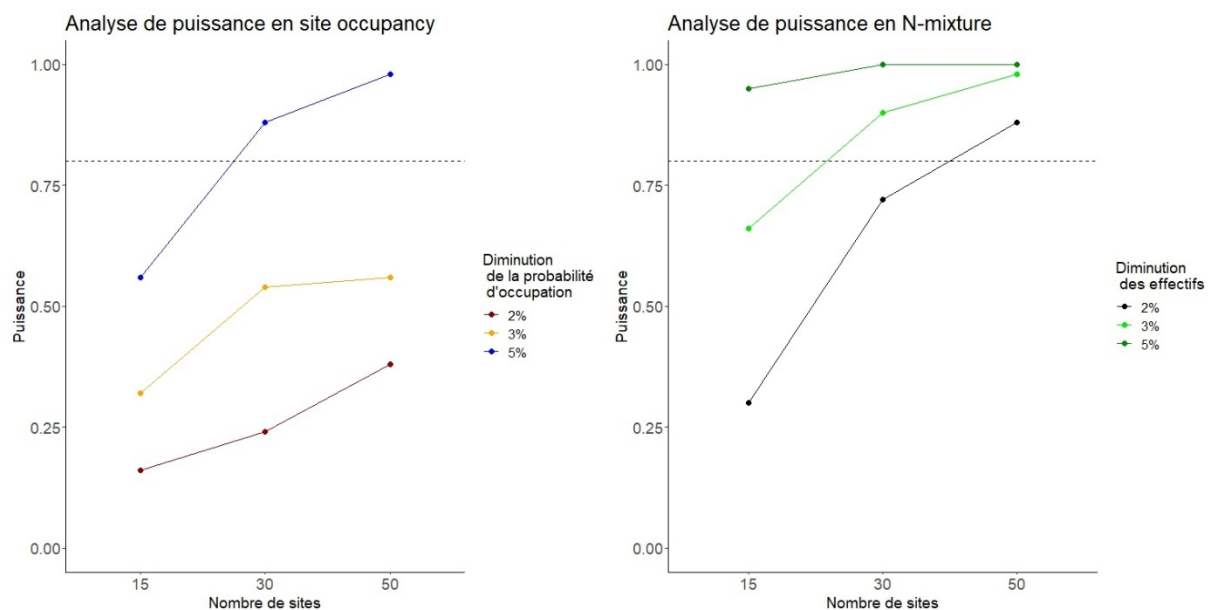


Figure 10. Analyse de puissance sur les jeux de données simulés sur une durée de 15 ans, à gauche en « *Site occupancy* » et à droite en « *N-mixture* ». Les droites horizontales en pointillés figurent la limite d'une puissance de 0.8.

A titre d'exemple, pour le secteur Ouest, un déclin annuel de 5% de la probabilité d'occupation impliquerait le passage d'une probabilité d'occupation de 0,50 [IC95% : 0,43-0,58] à une probabilité d'occupation de 0,36 [IC95% : 0,29-0,43] au bout de 15 ans. En utilisant les modèles de « *N-mixture* », une diminution de 3% des effectifs correspondrait au passage d'une densité moyenne sur la zone de 10,0 [IC95% : 7,7-12,3] individus/ha à une densité de 4,1 [IC95% : 2,7-

5,7] individus/ha¹. Ces simulations sont à prendre comme des aides pour le dimensionnement du protocole, mais il faut garder en tête que de nombreux facteurs peuvent intervenir. Nous avons par exemple considéré que la probabilité de détection restait constante au cours des années, ce qui est probablement inexact puisque de nombreux facteurs (climatiques, comportementaux,) peuvent influencer sur cette probabilité de détection.

¹ Attention, ces estimations sont basées sur des données simulées et les estimations des probabilités d'occupation et de densités initiales sont donc différentes de celles présentées plus haut, puisqu'elles intègrent seulement les 3 catégories (Est, Ouest, Centre) et ne prennent pas en compte les spécificités par trajet comme nous l'avons fait dans les figures 8 et 9.

4 PRECONISATION POUR L'IMPLEMENTATION D'UN SUIVI SUR LE LONG TERME

4.1 IMPORTANCE DE LA PERENNISATION DU SUIVI PAR CMR SUR LA POINTE COLIBRI

Comme résumé par Warret Rodrigues et al. (2023), l'implémentation sur le long terme d'un protocole de suivi par CMR permettra toujours d'obtenir des estimations plus fiables, plus réalistes et plus robustes de paramètres démographiques (survie, recrutement, etc.). Afin de gérer, et donc de conserver efficacement une population d'une espèce en danger et soumise à de fortes pressions, il est nécessaire de suivre les changements dans le temps des différents paramètres démographiques, et d'identifier celui ou ceux qui ont la plus forte influence sur le taux de croissance de la population, et ceux sur lesquels les gestionnaires peuvent agir (Warret Rodrigues et al. 2021). Il est donc important de considérer que le protocole testé et proposé dans cette étude ne peut s'envisager qu'en complément et non en remplacement du protocole par CMR de la pointe des Colibris.

4.2 PROTOCOLE COMPLEMENTAIRE SUR LE RESTE DE L'ILE

En parallèle, un protocole de suivi pouvant combiner une analyse en « *Site occupancy* », « *N-mixture* » et « *Distance sampling* » déployé sur le reste de l'île devra :

- **Compter au minimum entre 30 et 50 transects de 100 m dans trois secteurs géographiques (Ouest, Centre et Est).** Les transects utilisés dans la présente étude (10 845m cumulés sur ces trois secteurs : 3 065m, 3 433m et 4 347m) pourront ainsi être complétés par d'autres transects pour atteindre si possible un total de 50 transects de 100 m par secteur (soit 5km de parcours par secteur et 15km au total). Les transects de l'Ouest et du Centre peuvent être rallongés en suivant les axes routiers et les rues du bourg. Il serait intéressant d'ajouter un parcours à l'extrémité Nord-Est de l'île où des iguanes ont été observés en 2015 (Angin & Guiougou, 2015) mais pas en 2020 (Angin et al, 2021) (Figure 1). Un repérage sur le terrain permettra de préciser les nouveaux transects ;
- **Compter au minimum 5 passages par an sur chaque transect** dans un temps limité (maximum 1 mois, avec possibilité par exemple de les réaliser sur une semaine complète) ;
- **Être réalisé à la même période chaque année.** La période de janvier à mars semble la plus favorable en termes de condition météo, de disponibilité des acteurs et de détectabilité des individus.

La zone du plateau et les falaises au Nord abritent quelques iguanes, mais en trop faible densité et dans un contexte beaucoup trop compliqué pour pouvoir suivre leur présence avec le protocole présenté. Sur ces zones, on peut envisager un intense effort de prospection tous les 3 à 5 ans pour estimer si des individus s'y trouvent toujours ou pour détecter une colonisation plus importante de ces secteurs.

En parallèle du suivi de la population d'Iguane des Petites Antilles, ce suivi est aussi l'opportunité de faire une veille attentive quant à la présence d'individus d'Iguane commun ou d'hybride. En

amont de la mission, il serait pertinent de prévenir les personnels formés et autorisés qui sont présents sur l'île et de s'assurer que le matériel nécessaire à la capture, la contention et la mise à mort soit disponibles. De plus l'ensemble des participants à la mission doivent être formés à la reconnaissance des deux espèces ainsi que des hybrides.

REFERENCES

- ANGIN, B. & GUIOUGOU, F. 2015. — Étude des populations d'iguanes des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) de l'île de la Désirade. Association Le Gaïac, 17p.
- ANGIN B., WARRET RODRIGUES C., GUIOUGOU F. 2021. — Caractérisation des enjeux de conservation de la population d'iguane des petites Antilles et de ses habitats sur l'île de la Désirade. Association Le Gaïac – Association Titè. 22p + annexe.
- FISKE I. & CHANDLER R.B. 2011. — unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *Journal of Statistical Software* 43 (10): 1–23
- HOSTETLER J.A. & CHANDLER R.B. 2015. — Improved state-space models for inference about spatial and temporal variation in abundance from count data. *Ecology* 96 (6): 1713–1723
- KÉRY M., ROYLE J.A. & SCHMID H. 2005. — Modeling avian abundance from replicated counts using binomial mixture models. *Ecological applications* 15 (4): 1450–1461
- MACKENZIE D.I., NICHOLS J.D., LACHMAN G.B., DROEGE S., ROYLE J.A. & LANGTIMM C.A. 2002. — Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83 (8): 2248–2255
- MACKENZIE D.I., NICHOLS J.D., SEAMANS M.E. & GUTIERREZ R.J. 2009. — Modeling species occurrence dynamics with multiple states and imperfect detection. *Ecology* 90 (3): 823–835
- ROYLE J.A. 2004. — N-Mixture Models for Estimating Population Size from Spatially Replicated Counts. *Biometrics* 60 (1): 108–115
- WARRET RODRIGUES, C., ANGIN, B., AND BESNARD, A. 2021. — Favoring recruitment as a conservation strategy to improve the resilience of long-lived reptile populations: Insights from a population viability analysis. *Ecol. Evol.* 11(19): 13068–13080.
- WARRET RODRIGUES C., ANGIN B. & BESNARD A. 2023. — Démographie d'une espèce en déclin : coûts et bénéfices des différentes méthodes de suivi chez l'iguane des petites Antilles. *Ardops Environnement – CEFÉ*, 33p. + annexe.

Annexe IX. Nouveau protocole ! « Étude du scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae*) sur l'archipel des saintes : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme de la population du chameau et prospections complémentaires »

**Étude du scinque de Guadeloupe (*Mabuya
desiradae*) sur l'archipel des saintes :
Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à
long terme de la population du chameau et
prospections complémentaires**

Etude coordonnée par la Société Herpétologique de France (SHF),
réalisée par Ardops environnement - Baptiste Angin
& ENIA - Elodie Courtois



Titre : Étude du Scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae*) sur l'archipel des Saintes : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme de la population du Chameau et prospections complémentaires

Date de rendu : 25/11/2024

Client : DEAL Guadeloupe

Interlocuteur : Donatien Charles

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataires : Ardops environnement & ENIA

Auteur : Angin Baptiste¹ & Courtois Elodie²

1 Ardops environnement, 97139 Les Abymes, Guadeloupe ardops.environnement@gmail.com

2 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française courtoiselodie@gmail.com



Référence à utiliser : Angin, B. & Courtois E. A., 2024 – Étude du Scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae*) sur l'archipel des Saintes : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme de la population du Chameau et prospections complémentaires. Société Herpétologique de France, Ardops Environnement, ENIA, DEAL Guadeloupe, 16 p. + annexes.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	4
Présentation de l'espèce	5
Objectifs de l'étude	7
Protocoles mis en place	7
Etude sur le massif du chameau, Terre-de-haut	7
Prospection sur les îles des Saintes.....	8
Résultats	9
<i>Objectif 1</i> : Affiner la cartographie de l'espèce sur le massif du chameau.....	9
<i>Objectif 2</i> : Estimer la probabilité de détection de l'espèce selon le protocole utilisé.....	10
<i>Objectif 3</i> : Donner une première estimation de la probabilité d'occupation de l'espèce sur le massif du Chameau	11
<i>Objectif 4</i> : Proposer un protocole (nombre de massifs à suivre, nombre de passage à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population du Chameau.	12
<i>Objectif 5</i> : Obtenir des informations plus récentes sur la présence et l'habitat de l'espèce sur l'archipel des Saintes.....	14
Conclusions	15
Annexes	17
Annexe 1 : Photographies des massifs de broméliacées utilisés dans cette étude.....	17
Annexe 2 : Proposition de protocole pour le suivi de <i>Mabuya desiradae</i> sur le massif du chameau.	23

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 – Le Scinque de Guadeloupe (<i>Mabuya desiradae</i> ; @ B. Angin).....	5
Figure 2 - Exemple de massifs de broméliacées sur le massif du chameau	6
Figure 3 - Localisation des 44 massifs de broméliacées utilisés dans cette étude	8
Figure 4 - Tracé des prospections réalisées dans le cadre de cette étude. Les données anciennes de <i>M. desiradae</i> sont indiquées en bleues et les données acquises dans le cadre de cette étude, en rouge.	9
Figure 5 - Polygones convexes illustrant l'évolution de la connaissance de l'aire de répartition de l'espèce au cours des 2 dernières années.	10
Figure 6 - Résultat des simulations menées en utilisant les paramètres initiaux déterminés dans cette étude. A gauche : Résultat des tests de puissance, la ligne pointillée représente le seuil de puissance de 0.8. A droite : simulations sur 15 années de suivi d'une augmentation ou d'une diminution de la probabilité d'occupation de 8% par an.	13
Figure 7 - Présence de <i>M. desiradae</i> sur l'îlet de Terre-de-bas sur la base des données bancarisées et de la donnée acquise dans cette étude. Les autres données de présence (R. Gomès, comm. pers.) ne sont pour l'instant pas bancarisées.	15
Tableau 1 - Cout humain (en Hommes.jours ou H.j) associé aux 3 propositions.....	14

Présentation de l'espèce

Le scinque de Guadeloupe est un lézard mesurant entre vingt et trente centimètres de long à l'âge adulte. Les individus présentent un dos de couleur beige-cuivré avec de chaque côté une large bande latérale noire encadrée de part et d'autre par des bandes plus claires. Les individus peuvent également présenter des petites taches sombres sur le dos plus ou moins nombreuses (Figure 1).

La présence de scinque sur l'archipel des Saintes n'a été confirmée que récemment (2015).

Ces populations sont pour l'instant rattachées à l'espèce *M. desiradae* présente en Guadeloupe mais des divergences entre les scientifiques existent sur cette question. A ce jour l'espèce n'est connue que des îles de Terre-de-Haut et de Terre-de-Bas. Elle est considérée comme absente des autres îlets mais la discrétion et la difficulté d'observation de l'espèce rendent cette conclusion toute relative.

M. desiradae est classé **en danger d'extinction dans la liste rouge de Guadeloupe (UICN, 2021)** et **protégé avec habitat** sur le territoire national (arrêté du 14 Octobre 2019). Vu la récente redécouverte de cette espèce aux Saintes, il est difficile sans données fiables de statuer sur la dynamique de ses populations. Néanmoins, l'espèce est menacée par la destruction et la dégradation de ses habitats, ainsi que la prédation par des espèces domestiques et exotiques.



Figure 1 – Le Scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae* ; @ B. Angin)

Sur Terre-de-Haut, les données de présence de l'espèce sont concentrées sur le **massif du Chameau** et plus particulièrement sur le sommet. Néanmoins, les prospections ciblées sur cette espèce ont été réalisées majoritairement le long de la route d'accès et sur la partie sommitale ce

qui explique l'absence de données de présence sur le reste du massif. Des données récentes (Angin & Courtois 2023) **suggèrent que l'espèce pourrait être plus largement répartie sur la zone**. Sur Terre-de-bas, seules de très rares données de présence localisées dans le secteur nord-est de l'île sont disponibles (R. Gomès, comm. pers.).

Malgré la faible zone d'occupation connue de l'espèce sur l'archipel, elle fréquente des habitats parfois très différents avec des forêts ou des fourrés xérophiles, mais également des habitats plus ouverts de type prairie. Sur le massif du Chameau (Terre-de-Haut), un micro-habitat semble plus fréquemment utilisé. Il s'agit des **massifs de broméliacées** qui, avec leurs feuillages épineux et denses, offrent à la fois une protection contre les prédateurs et une source alimentaire intéressante pour l'espèce (Figure 2). Le Scinque de **Guadeloupe** est diurne et actif principalement au sol, bien que plusieurs observations d'individus en hauteur dans la végétation indiquent que l'animal peut s'y déplacer sans problème. Le peu de données disponibles sur l'alimentation de cette espèce ou des espèces du même genre suggère un régime alimentaire centré sur les insectes mais qui peut se diversifier en fonction des habitats.



Figure 2 - Exemple de massifs de broméliacées sur le massif du chameau

Objectifs de l'étude

Les objectifs de la présente étude étaient :

- (1) Améliorer les connaissances sur la répartition de l'espèce sur le massif du chameau et fournir une première estimation de la probabilité d'occupation de l'espèce sur cette zone ;
- (2) Tester la faisabilité d'un protocole de suivi de cette population ;
- (3) Obtenir des informations plus récentes sur la présence et l'habitat de l'espèce sur l'archipel des Saintes

Protocoles mis en place

Etude sur le massif du chameau, Terre-de-haut

Estimation de la probabilité de détection et de la probabilité d'occupation de *M. desiradae* sur le Chameau. Pour cela, **44 massifs de broméliacées** (un des derniers habitats refuges de l'espèce face aux espèces exotiques envahissantes et aux espèces domestiques divagantes), répartis sur la face Est du massif du Chameau, ont été sélectionnés (Figure 3). La sélection des massifs s'est faite afin d'assurer un meilleur compromis entre une couverture aléatoire de la zone et des conditions d'accès satisfaisantes. L'accessibilité des massifs hors route est en effet inégale et parfois impossible. A noter que le repérage de ces massifs, situés pour certains hors sentiers sur les pentes du massif du chameau, ont nécessité un travail conséquent. Les massifs ont été choisis au mieux pour représenter la diversité de ce type d'habitats sur la zone et chaque massif a été photographié afin de suivre son évolution au cours des années (Annexe 1). Ces 44 massifs ont été ensuite visités **4 fois chacun (soit 176 visites réalisées)**. Chaque visite a consisté en une observation minutieuse du massif pendant une durée de 10 min par une personne formée à la recherche de l'espèce (BA et EC). L'ensemble des observations se sont déroulées **entre le 27/09/2024 et le 30/09/2024 entre 7h et 14h30** (1 passage par massif par jour). Lors de la visite, toutes les observations d'autres espèces (en particulier *A. sanctonum*) ont été relevées afin d'améliorer les connaissances sur la répartition des espèces sur le Chameau.

Analyse statistique des résultats. Les données ont été ensuite utilisées pour :

- (1) Affiner la cartographie de l'espèce
- (2) Estimer la probabilité de détection de l'espèce selon le protocole utilisé
- (3) Donner une première estimation de la probabilité d'occupation de l'espèce sur le Chameau par l'utilisation de modèle de « *Site occupancy* » (présence absence).

L'utilisation de modèle de « *N-mixture* » (comptages répétés) avait été envisagé afin d'obtenir une abondance moyenne de l'espèce mais le faible nombre de contact n'a pas permis son implémentation.

- (4) Proposer un protocole (nombre de massifs à suivre, nombre de passage à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population du Chameau.



Figure 3 - Localisation des 44 massifs de broméliacées utilisés dans cette étude

Prospection sur les îles des Saintes

Hormis la population du Chameau, les autres zones de présence de l'espèce sur l'archipel des Saintes (en particulier sur Terre-de-Bas) sont **très peu connues et il est possible que des populations relictuelles puissent se maintenir dans d'autres secteurs moins prospectés**. Dans le cadre de ce projet, des prospections ont été menées sur Terre-de-haut (secteurs du Chameau, de Crawen, du fort Napoléon, de Pompierre, de Marigot) et dans le Nord de Terre-de-Bas. La figure 4 présente les localités prospectées et les trajets réalisés ainsi que les données anciennes et récentes de l'espèce.

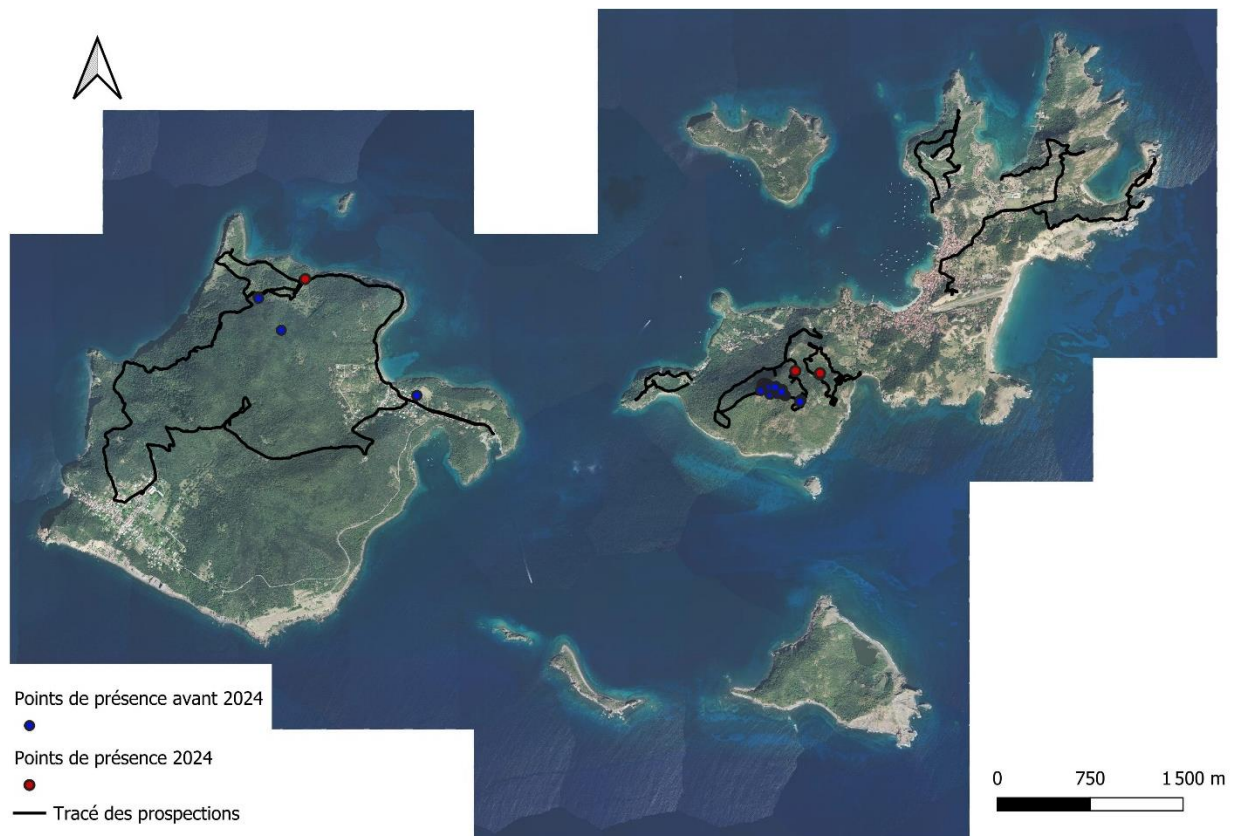


Figure 4 - Tracé des prospections réalisées dans le cadre de cette étude. Les données anciennes de *M. desiradae* sont indiquées en bleues et les données acquises dans le cadre de cette étude, en rouge.

Résultats

Au total 18 observations de l'espèce ont été réalisées dans le cadre de cette étude : **16 observations** de l'espèce ont été réalisées au cours des 176 visites du protocole du chameau sur **10 massifs différents**, une observation hors protocole a également été faite sur le massif du chameau et une observation sur Terre-de-bas lors des prospections complémentaires. Ces prospections ont également permis de collecter des données importantes pour *Alsophis sanctonum*. **L'intégralité des données de présence des deux espèces acquises dans cette étude seront intégrées aux bases de données régionales et utilisées pour le futur PNA sur ces espèces.**

Objectif 1 : Affiner la cartographie de l'espèce sur le massif du chameau

Les observations réalisées dans le cadre de cette étude ont permis **d'étendre significativement son aire de répartition sur le massif du chameau**. Les observations antérieures de l'espèce avaient en effet toutes été réalisées sur le sommet de ce massif (295 m. asl), ce qui

représentaient une aire de répartition de l'ordre de **10 328 m²** (Figure 4). Lors de l'étude menée en 2023 (Angin et Courtois), une donnée plus basse sur un des massifs de bord de route avait déjà permis d'étendre cette aire de répartition à **14 980 m²** (Figure 4). Lors de cette étude, nous avons détecté l'espèce dans des massifs de broméliacées descendant jusqu'à 100 m. asl ce qui représente pour l'espèce une aire de répartition mise à jour de **70 130 m², soit plus de 6.8 fois plus importante.**

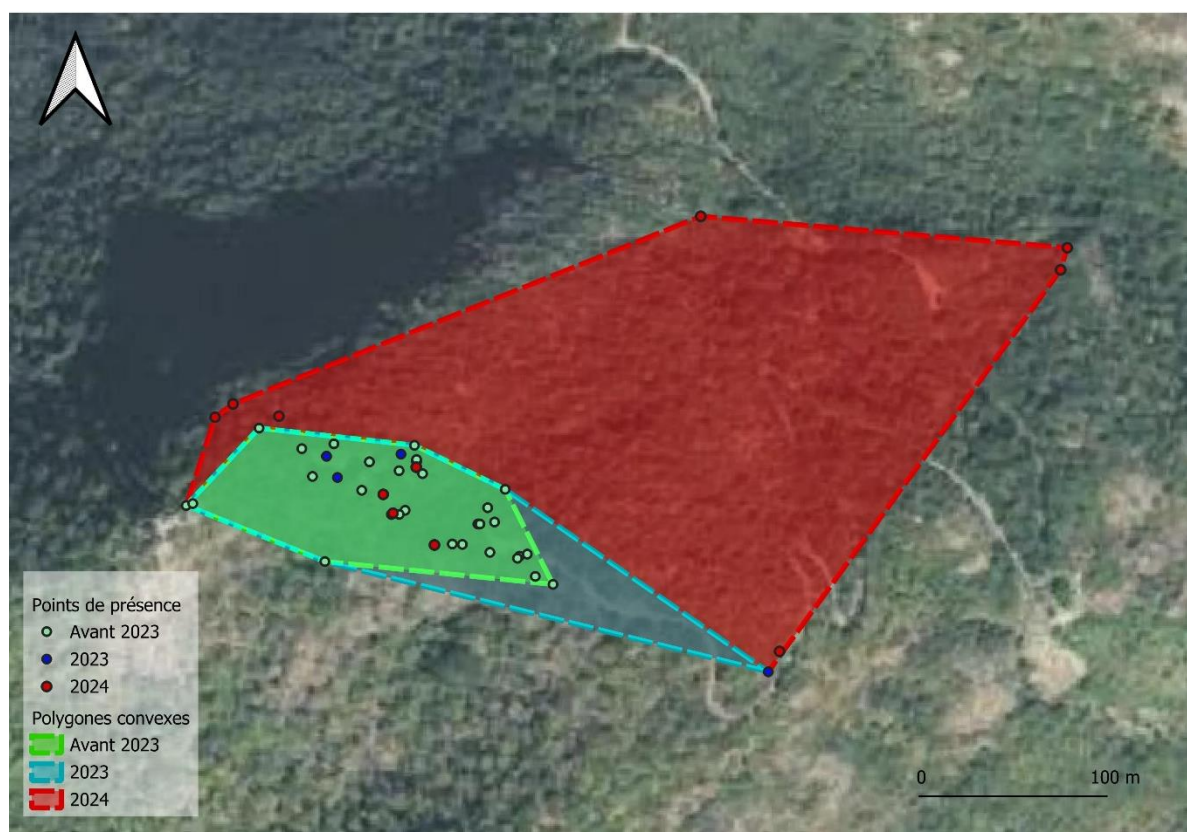


Figure 5 - Polygones convexes illustrant l'évolution de la connaissance de l'aire de répartition de l'espèce au cours des 2 dernières années.

Objectif 2 : Estimer la probabilité de détection de l'espèce selon le protocole utilisé

Nous avons utilisé un modèle très simple de « Site occupancy », sans covariables, en utilisant le jeu de données issues de cette étude (44 sites avec 4 passages par site). Le faible nombre de détection de l'espèce durant ce protocole mis en place spécifiquement pour sa recherche par 2 personnes formées à sa détection confirme la grande discrétion de cette espèce. Ce modèle indique une **probabilité de détection de l'espèce de 0.309 [IC95% 0.16-0.52]**. Cette probabilité de détection est relativement élevée. En effet, sur les 10 massifs où nous avons détecté l'espèce, une seule observation sur 4 a été réalisée sur 5 d'entre eux, 2 observations sur 4 sur 4 d'entre eux et 3 observations sur 4 sur un des massifs. Notre temps d'observations était de 10 minutes et nous

avons noté le nombre de minutes d'observations nécessaire à la détection de l'espèce lorsqu'elle était détectée. Ce temps varie entre 1 et 9 minutes (moyenne 4.3 minutes) et 6 détections sur 16 ont été réalisées à plus de 5 minutes. Il apparaît donc pertinent de conserver un temps d'observations des massifs de 10 minutes afin d'assurer une bonne détection des individus.

En Juillet 2022, l'OFB avait mené une **étude par quadrats sur la population de l'espèce *Mabuya desiradae*** sur le sommet du chameau en définissant 20 quadrats de 5 m * 5 m qui avaient été visités 21 fois entre le 18 et le 19 juillet 2022 (5 minutes par visite), permettant la détection de 20 données de présence de l'espèce (Méthode présentée dans Peltier, 2022). Une ré-analyse des ces données avait été proposée dans Angin et Courtois (2023) mais à la lumière de la présente étude, nous proposons ici une comparaison plus poussée avec ces données. En utilisant le jeu de données complet (20 quadrats, 21 passages soit 420 visites), la probabilité de détection est très basse 0.08 [IC95% 0.04-0.13]. Néanmoins en introduisant dans le modèle une covariable "Tranche horaire" pour distinguer les passages réalisés le matin et ceux réalisés l'après midi, on obtient une **probabilité de détection plus forte le matin 0.12 [IC 95% 0.06-0.21] que l'après midi 0.04 [IC 95% 0.01-0.09]**. Ceci est donc plus cohérent avec la probabilité de notre étude puisque nous avons concentrés nos passages le matin. Cette valeur inférieure peut par ailleurs s'expliquer par (1) une moins grande expérience de l'observateur, (2) un temps d'observation de 5 minutes au lieu de 10 minutes, (3) des quadrats plus grand et donc plus difficile à parcourir ou (4) des conditions météorologiques moins favorables à l'observation de l'espèce.

Objectif 3 : Donner une première estimation de la probabilité d'occupation de l'espèce sur le massif du Chameau

La probabilité d'occupation « naïve » (le pourcentage de massifs où l'espèce a été détectée au moins une fois), est de 0.23 (10 massifs occupés sur 44 visités). En utilisant un simple modèle de « Site occupancy » qui corrige cette estimation par la probabilité de détection estimée plus haut, on obtient une **probabilité d'occupation de 0.30 [IC 95% 0.14-0.50]**. La probabilité d'occupation estimée dans l'étude de l'OFB en 2022 était de 0.60 [IC 95% 0.30-0.84] soit le double de celle estimée dans notre étude. Néanmoins, cette étude était confinée sur le sommet du massif du chameau. Les résultats de ces deux études convergent néanmoins pour estimer que **la probabilité d'occupation de l'espèce sur le massif du chameau est relativement élevée.**

Aucune de ces deux études ne permet d'avoir une estimation chiffrée de l'abondance de l'espèce. En effet, **le faible nombre de contacts et l'effort important à fournir pour détecter l'espèce ne permet la mise en place d'aucune méthodologie permettant une estimation d'abondance.**

Objectif 4 : Proposer un protocole (nombre de massifs à suivre, nombre de passage à réaliser) dans l'optique de le décliner comme suivi à long terme de la population du Chameau.

Avec une probabilité de détection de l'espèce de 0.309 [IC95% 0.16-0.52], **quatre passages** sont nécessaires pour avoir une probabilité de 80% de détecter l'espèce si elle est présente sur le massif. Ceci se calcule avec la formule suivante :

$$K = \frac{\log(1 - p)}{\log(1 - p')}$$

où K est le nombre de passages, p la puissance (0.80) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population (Mackenzie & Royle, 2005).

Concernant le nombre de massifs nécessaires pour détecter un changement dans la probabilité d'occupation de l'espèce sur le long terme, nous avons réalisé plusieurs simulations sur un jeu de données de 15 ans de suivi (Figure 5). Nous avons utilisé comme paramètres initiaux ceux déterminés dans la présente étude (probabilité de détection = 0.309 et probabilité d'occupation = 0.30) et simulé l'évolution de la probabilité d'occupation pendant 15 ans avec un déclin (ou une augmentation) de 5%, 8% ou 10% annuel en utilisant 4 passages par an et 50, 75 ou 100 massifs suivis. L'analyse de puissance détermine la probabilité de détecter un changement (déclin ou augmentation) dans la probabilité d'occupation. Que ce soit avec 50, 75 ou 100 sites suivis, il sera toujours possible avec une puissance proche de 1 de détecter un **changement important (8% ou 10% annuel) dans la probabilité d'occupation** (Figure 5). Un changement de 8% par an de la probabilité d'occupation implique de passer d'une probabilité d'occupation de 0.30 [IC 95% 0.14-0.50] à une probabilité d'occupation de 0.10 [IC 95% 0.10-0.16] dans le cas d'une diminution ou à une probabilité d'occupation de 0.54 [IC9% 0.44-0.62] dans le cas d'une augmentation (Figure 5(B)). **Il s'agit donc d'un fort changement dans la probabilité d'occupation.** Pour un déclin plus modéré de 5% annuel, il pourra être détecté avec 100 sites suivis mais pas avec 50 ni avec 75 sites.

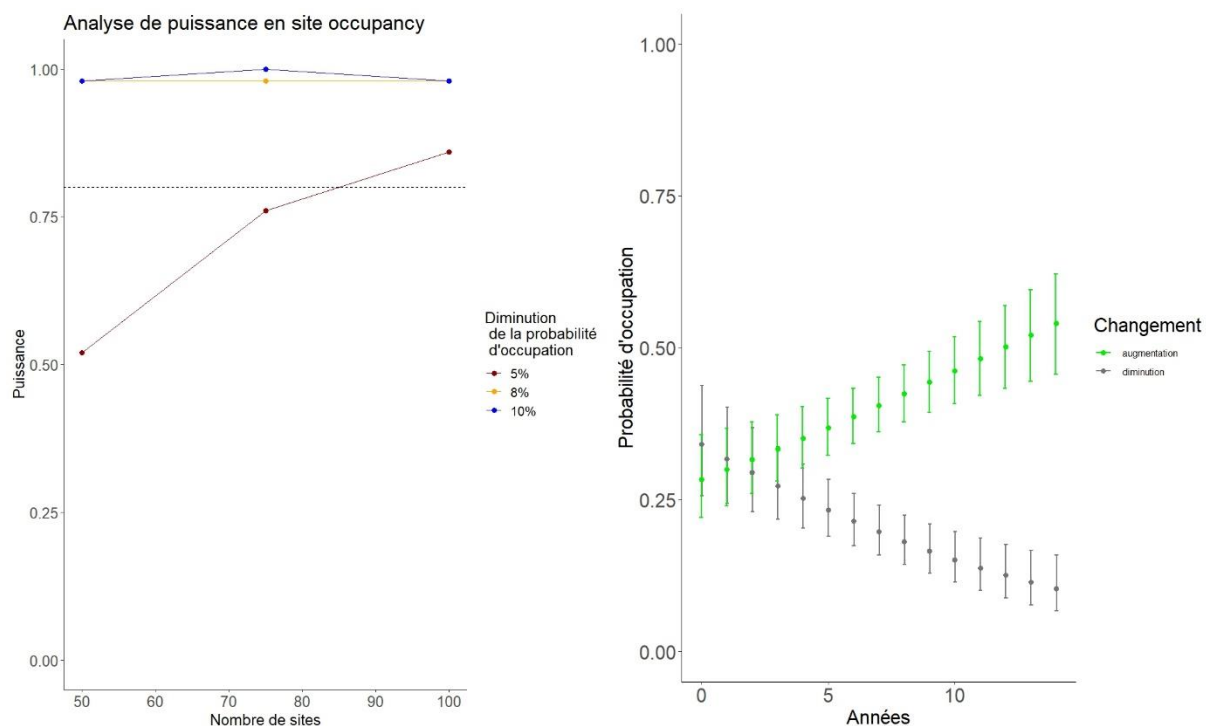


Figure 6 - Résultat des simulations menées en utilisant les paramètres initiaux déterminés dans cette étude. A gauche : Résultat des tests de puissance, la ligne pointillée représente le seuil de puissance de 0.8. A droite : simulations sur 15 années de suivi d'une augmentation ou d'une diminution de la probabilité d'occupation de 8% par an.

Le cout humain annuel associé à ces 3 propositions (50, 75 ou 100 sites) varie entre 11 Hommes.Jour et 19 Hommes.jours (Tableau 1). 3 Hommes.jours sont prévus pour l'installation correspondant à une journée d'arrivée et d'installation pour 2 personnes et 0.5 jour de finalisation pour 2 personnes (soit 3 H.j). Le cout du suivi est calculé en considérant la visite de 25 massifs par personne et par jour et en ajoutant 1 jour en plus pour prendre en compte les aléas météorologiques. Si ce jour n'est pas utilisé pour le suivi proprement dit, il sera utilisé pour de la recherche aléatoire de l'espèce sur l'île de Terre-de-bas. Le cout annuel estimatif est calculé sur la base d'un tarif expert de 500€ / jour associé à des frais journaliers de 80 € / jour et un forfait de 100€ pour les dépenses de transport (bateaux et frais kilométriques éventuels). A noter qu'un investissement initial un peu plus conséquent devra être prévu la première année afin de finaliser le choix et la pérennisation des massifs à suivre. La mise en place de ce protocole implique obligatoirement l'intervention de **personnes formées à la détection de cette espèce** discrète et difficile à observer.

Tableau 1 - Cout humain (en Hommes.jours ou H.j) associé aux 3 propositions

Nombre de massifs	Cout humain installation (en H.j)	Cout humain suivi (en H.j)	Cout humain total (en H.j)	Durée mission annuelle (jours)	Cout annuel estimatif (en €)	Changement détecté
50	3	10	13	6.5	7 640	8%
75	3	14	17	8.5	9 960	5%
100	3	18	21	10.5	12 280	5%

Objectif 5 : Obtenir des informations plus récentes sur la présence et l'habitat de l'espèce sur l'archipel des Saintes

En dehors des observations réalisées sur le massif du chameau, une seule observation additionnelle de *M. desiradae* a été faite lors des prospections. Il s'agit d'une observation réalisée sur Terre-de-bas dans une localité déjà connue (R. Gomès, comm. pers.) mais qui **réactualise et bancarise une donnée de présence de l'espèce sur Terre-de-bas**. L'individu était en insolation dans une litière composée par les feuilles de poirier pays (*Tabebuia heterophylla*). C'est ce secteur (Nord-Est de l'île) qui cumule le plus d'observation de l'espèce sur l'île, les individus étant localisés dans deux habitats différents (Figure 7). On les retrouve ainsi dans un habitat classique pour l'espèce constitué de **forêt sèche avec une litière abondante** mais ils sont également observés dans des **zones de prairies dont émergent quelques arbres isolés et blocs rocheux**. Dans cet habitat, les individus sont très difficiles à observer d'une part en raison des abris très importants constitués par les massifs herbacés mais également par le fait que les prospections hors-sentier sont forcément très bruyantes ce qui implique une distance de fuite plus élevée.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas envisageable de mettre en place un protocole robuste permettant d'estimer les paramètres (à minima la probabilité d'occupation) pour la population de Terre-de-bas. Il est nécessaire de passer d'abord par une **phase d'étude et d'acquisition de connaissance permettant de mieux délimiter les limites de cette population et les différents habitats utilisés** avant d'espérer pouvoir mettre en place un suivi sur le long terme de cette population.

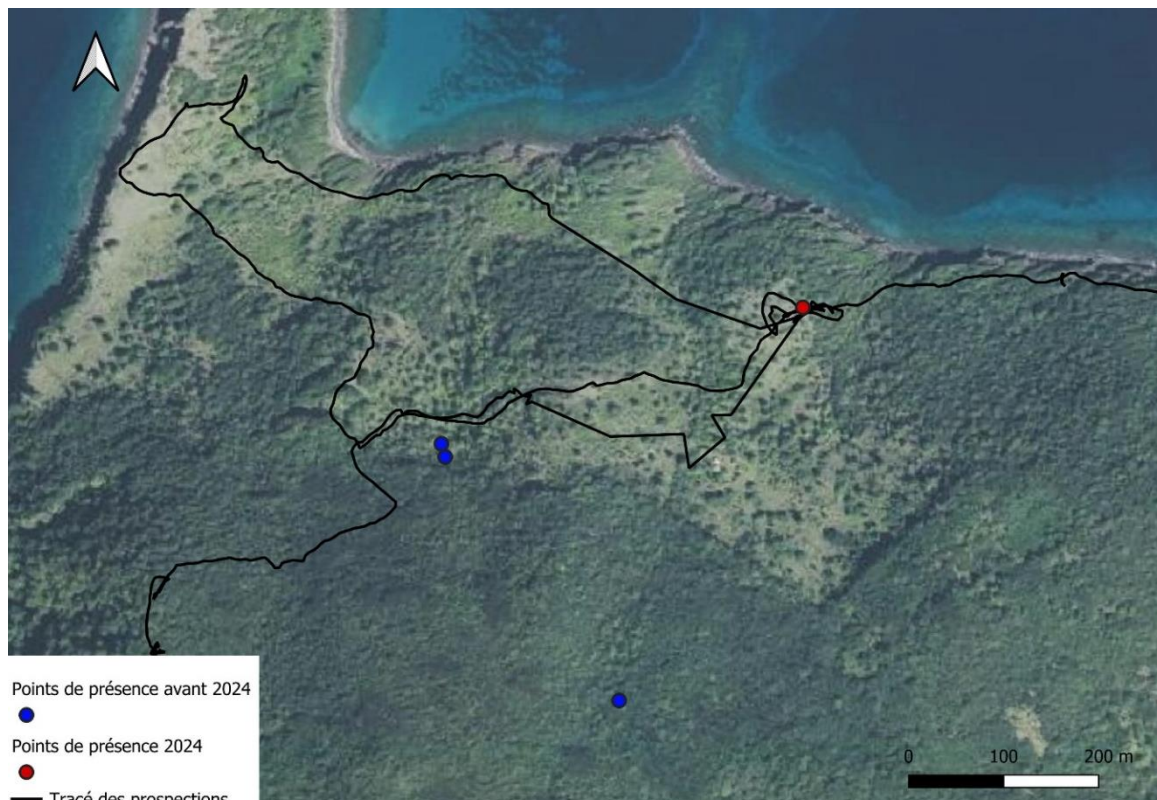


Figure 7 - Présence de *M. desiradae* sur l'îlet de Terre-de-bas sur la base des données bancarisées et de la donnée acquise dans cette étude. Les autres données de présence (R. Gomès, comm. pers.) ne sont pour l'instant pas bancarisées.

Conclusions

Cette étude a permis une avancée significative dans la connaissance de la répartition de *Mabuya desiradae* sur l'archipel des Saintes. Nous avons montré dans cette étude que :

(1) La population de *Mabuya desiradae* du massif du chameau était **beaucoup plus largement réparties sur la zone, occupant les massifs de broméliacées non seulement au sommet mais également sur le flanc Est du massif**. Cette information est cruciale en termes de conservation car elle multiplie par 6 l'aire de répartition de l'espèce et dans le cas où des mesures de gestion seraient envisagées pour favoriser l'espèce, ces mesures devront être mises en place sur l'ensemble de la population.

(2) Malgré sa discrétion, la probabilité de détection de l'espèce au sein de cette population du chameau en utilisant un protocole adapté est relativement élevée pour un reptile et permet d'envisager **l'utilisation de modèle en « Site occupancy » pour suivre sur le long terme la distribution de cette population de l'espèce sur son aire d'occurrence**. Le faible nombre de

contacts et l'effort important à fournir pour détecter l'espèce ne permet par contre la mise en place d'**aucune méthodologie permettant une estimation d'abondance.**

(3) Le cout annuel associé à l'implémentation d'un suivi sur le long terme de l'espèce sur cette population du chameau varie en fonction du niveau de changement que l'on souhaite détecter. En prenant en compte les différents paramètres liés à (1) l'importance de disposer d'indicateurs pour cette espèce et d'envisager ce suivi sur un temps long, (2) la pénibilité du terrain, (3) la difficulté de disposer des personnes formées à la détection de l'espèce et apte à mettre en place annuellement ce protocole, et (4) l'absence actuelle de mesures de gestion envisagées sur la zone, nous préconisons si possible de **prévoir au moins sur les 5 à 10 prochaines années la mise en place d'un protocole 'allégé' avec le suivi de 50 massifs de broméliacées par an (4 passages par massif, Annexe 2).** Ces 50 massifs devront être choisis à partir du retour d'expérience de la présente étude (Annexe 1) et matérialisés de manière pérenne sur le terrain afin d'être bien identifiable chaque année. Ce protocole nécessitera un **investissement initial d'environ 10 000€** pour le choix final et la matérialisation sur le terrain des 50 massifs de manière pérenne et l'implémentation initiale du protocole. Le chiffrage sera ensuite de **7 640 €/an en routine et nécessitera une mission de 6.5 jours/an pour 2 personnes formée à la détection des espèces.** Il sera également important de prévoir de l'ordre de 1000€/an pour l'analyse des données. Dans l'idéal, il conviendra de limiter le changement des personnes réalisant le suivi afin de limiter le biais observateur.

(4) Cette solution n'est certes pas la plus puissante d'un point de vue statistique (des variations moins importantes de la population ne seront pas détectées par ce protocole) mais elle apporte néanmoins une **veille qui pourront éclairer les gestionnaires sur l'évolution de la population.** Cette précision pourra en outre être améliorée si besoin en augmentant l'effort d'échantillonnage (augmentation du nombre de massifs et du nombre de passages) si des mesures de gestion (protection des massifs de broméliacées, éradication des EEE) sont mises en place ou si les premières tendances négatives, même non significatives ; apparaissent.

(5) L'observation réalisée dans le cadre de cette étude ainsi que les observations non bancarisées qui nous ont été communiquées indiquent que **la population actuellement connue sur le Nord-Est de Terre-de-Bas est toujours bien présente.** Elle semble néanmoins très compliquée à évaluer et à suivre sur le long terme à cause de l'habitat herbacé dans lequel on trouve les individus. Les prospections doivent se poursuivre sur cette île pour mieux délimiter cette population et continuer la recherche d'autres secteurs favorables.

Annexes

Annexe 1 : Photographies des massifs de broméliacées utilisés dans cette étude.

Les massifs considérés comme pertinents (ensoleillement, possibilité d'examen éloignés et proches) sont indiqués en vert et pourraient être conservés pour un suivi sur le long terme.



M01



M02



M03



M04



M05



M06



M07



M08



M09



M10



M11



M12



M13



M14



M15 (à regrouper avec M16)



M16 (à regrouper avec M15)



M17



M18



M19



M20



M21



M22



M23



M24



M25



M26



M27



M28



M29



M30



M31



M32



M33



M34



M35



M36



M37



M38



M39



M40



M41



M42



M43



M44

Annexe 2 : Proposition de protocole pour le suivi de *Mabuya desiradae* sur le massif du chameau.

Localisation : Archipel des Saintes – Terre-de-Haut ; flanc Est et sommet du massif du chameau (voir Figure)

Période préférentielle : Entre Aout et Décembre (saison humide)

Durée : 6.5 jours pour 2 personnes formées à la détection de l'espèce

Coût humain : 13 Hommes.jour par suivi (prévoir 17 Hommes.jours la première année pour la sélection et pérennisation des massifs)

Coût financier estimé : 7 640 € par suivi (prévoir ~10 000 € la première année pour la sélection et pérennisation des massifs et prévoir également 1000 €/an pour l'analyse des données).

Fréquence : Tous les ans

Mise en place initiale du protocole :

50 massifs de broméliacées devront être sélectionnés aléatoirement afin de couvrir au mieux le flanc Est et le sommet du massif du chameau. Ces massifs devront remplir les conditions suivantes :

- Ensoleillement le matin
- Possibilité d'observation à distance et en s'approchant
- Dimension entre 4 et 8 m²
- Possibilité de délimiter de manière pérenne le massif

Ils devront ensuite être délimité et marqué de manière pérenne en (1) les entourant avec une ficelle résistante aux intempéries et (2) matérialisant une étiquette avec le numéro du massif résistante aux intempéries.

Suivi annuel

Chaque année, 4 visites indépendante devront être réalisée sur le massif. Chaque visite consistera en une observation minutieuse du massif pendant une durée de 10 min par une personne formée à la recherche de l'espèce entre 7h et 13h. A chaque visite devra être noté la détection (présence) ou non détection (absence) de l'espèce.

Analyse des données

Ces données devront être analysées en utilisant un modèle de « *Dynamic site occupancy* ». Une analyse initiale devra être réalisée au bout de 3 années de suivi afin d'adapter si besoin le protocole puis réanalysées au minimum tous les 2 ans.

Annexe X. Nouveau protocole ! « Étude du scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae*) sur la Réserve naturelle des Îlets de Petit Terre : Étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme »

**ÉTUDE DU SCINQUE DE GUADELOUPE
(*MABUYA DESIRADAE*) SUR LA RNN DES ILETS
DE PETITE TERRE :
ÉTUDE PILOTE POUR LA PRÉFIGURATION
D'UN SUIVI À LONG TERME**



Titre : Etude du scinque de Guadeloupe (*Mabuya desiradae*) sur la RNN des ilets de petite terre : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme

Client : RNN des ilets de Petite Terre

Interlocuteur : Léa Sébesi

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataires : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions Léa Sébesi pour l'appui au montage de cette étude ainsi que Julien Tessoneau, Grégory Maston, Jean-Claude Lalanne et Miguel Contaret pour leur aide sur le terrain.

Référence à utiliser : **Courtois E.A., 2024** – Etude du scinque de Guadeloupe (*Mabuya* cf. *desiradae*) sur la RNN des ilets de petite terre : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme. Société Herpétologique de France, ENIA, RNN des ilets de Petite Terre, 14 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	4
Présentation de l'espèce	5
Objectifs de l'étude	6
Protocoles	6
Protocole 1 : Test d'un protocole en « <i>Site occupancy</i> » (Présence/absence) adaptable à l'ensemble de l'îlet de Terre-de-bas	6
Protocole 2 : Test d'un protocole en « <i>Site occupancy</i> » (Présence/absence) spécifique au muret 14.....	7
Analyses statistiques	8
Résultats	9
<i>Protocole 1</i> : Test d'un protocole en « <i>Site occupancy</i> » sur l'ensemble de l'îlet.....	9
<i>Protocole 2</i> : Test d'un protocole en « <i>Site occupancy</i> » sur le muret 14.....	10
Conclusions et préconisations	12
Bibliographie.....	14

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 – Le Scinque de Guadeloupe sur la RNN des îlets de Petite Terre (<i>Mabuya desiradae</i> ; @ E. Courtois)	5
Figure 2 - Localisation des transects (Poirier, Tour Nord, Tour Sud et muret 14) utilisés dans le protocole 1. Les données historiques (2010-2023) sont indiquées par des points jaunes et les données récoltées en 2024 indiquées par des losanges bleus.....	7
Figure 3 - (A gauche) : localisation des 21 unités (linéaires de 15 m de muret) utilisées pour le protocole 2. Les données 2024 utilisées dans l'analyse sont indiquées par des losanges bleus et les données 2012 utilisées dans l'analyse sont indiquées par des points jaunes. (A droite) : deux vues différentes récentes du muret 14 avec des profils plus ou moins fermés (@ E. Courtois).	8
Figure 4 - Résultat des simulations menées en utilisant les paramètres initiaux déterminés dans cette étude. La ligne pointillée représente le seuil de puissance de 0.8.	11
Tableau 1 - Passages réalisés sur les transects dans le cadre du protocole 1 (îlet complet).....	9
Tableau 2 - Passages réalisés sur le muret 14 dans le cadre du protocole 2. L'ensemble des passages par jours sont ensuite concaténés en une unique occasion de d'observation.....	12

Présentation de l'espèce

Le scinque de Guadeloupe est un lézard mesurant entre vingt et trente centimètres de long à l'âge adulte. Les individus présentent un dos de couleur beige-cuivré avec de chaque côté une large bande latérale noire encadrée de part et d'autre par des bandes plus claires. Les individus peuvent également présenter des petites taches sombres sur le dos plus ou moins nombreuses (Figure 1). *M. desiradae* est classé **en danger d'extinction dans la liste rouge de Guadeloupe (UICN, 2021)** et **protégé avec habitat** sur le territoire national (arrêté du 14 Octobre 2019). L'ensemble des populations de scinque de l'archipel sont très menacées par les prédateurs introduits (rats, mangoustes, chats, ...) et la destruction de leurs habitats. La taxonomie de cette espèce est encore discutée au sein de la communauté scientifique. Certains auteurs considèrent que l'ensemble des populations connues (Désirade, archipel des Saintes et RNN des îlets de Petite Terre) appartiennent à la même espèce (Massary et al., 2021) tandis que d'autres auteurs suggèrent que les différentes populations appartiendraient à des espèces distinctes (Hedges & Conn 2012, Hedges et al. 2016)

Sur la RNN des îlets de Petite Terre, la présence d'une espèce du genre *Mabuya* est connue depuis les années 1960. Cette population peut être considérée comme appartenant à l'espèce *M. desiradae* (Massary et al., 2021) ou à l'espèce *M. parviterrae* (Hedges et al. 2016). Dans la suite du rapport, nous utiliserons *Mabuya desiradae* pour désigner cette espèce. L'espèce n'est à priori présente que **sur l'îlet de Terre de bas où il est réparti de manière diffuse** sur les murets de pierres sèches ou à la base des touffes d'agave (Angin 2022). Il semble **particulièrement abondant sur un muret (« muret 14 ») situé au milieu de l'île** (Figure 2) (Lorvelec et al., 2012, Schedwill 2014).



Figure 1 – Le Scinque de Guadeloupe sur la RNN des îlets de Petite Terre (*Mabuya desiradae* ; @ E. Courtois)

Objectifs de l'étude

La réserve projette depuis plusieurs années d'effectuer une **dératisation** des îlets afin d'améliorer la conservation de la faune et de la flore indigène. Des premières campagnes ponctuelles autour des murets pour le scinque sont déjà réalisées par piégeage mécanique ce qui n'entraîne pas d'impact sur la faune associée. Cependant **une dératisation totale de l'île devra nécessairement passée par un piégeage chimique** comme c'est le cas sur les autres îles. Les expériences en Nouvelle-Zélande et aux Seychelles où la problématique a été très étudiée, montrent l'existence d'impacts sur des espèces insectivores (geckos et scinques) (Spurr, 1993 ; Thorsen et al., 2000 ; Hoare et Hare, 2006). Les données sur les Antilles tendent à montrer que la dératisation incluant l'utilisation de produits chimiques a *in fine* un impact positif sur les populations de reptiles (*Alsophis antiguae* dans Daltry et al., 2017 ; *Pholidoscelis atratus* dans Donihue et al., 2020). L'impact des rats semble donc être plus fort sur les populations de reptiles que ne le sont les produits chimiques utilisés. Dans ce contexte, la RNN des îlets de Petite Terre souhaite disposer **d'indicateurs permettant de suivre la population de scinques vivant sur l'îlet de Terre de bas** afin de (1) **disposer d'informations à long terme** sur la population de cette espèce à fort enjeu, (2) être en capacité **d'évaluer l'impact de la mesure de gestion envisagée** (dératisation) sur cette espèce.

Protocoles

Protocole 1 : Test d'un protocole en « *Site occupancy* » (Présence/absence) adaptable à l'ensemble de l'îlet de Terre-de-bas

Afin de disposer d'informations sur l'état des populations sur l'ensemble de l'îlet de Terre-de-bas, un premier test a été effectué visant à dimensionner un **protocole en « *Site occupancy* » (présence/absence) sur l'ensemble de l'îlet**. Au vu de la végétation très dense de l'îlet, il n'est pas envisageable de disposer des sites à échantillonner hors sentier. Le cheminement est quasi impossible et la détectabilité des scinques est extrêmement limitée. Cela représente un premier frein à la réalisation d'un protocole sur l'ensemble de l'îlet puisque les sites ne peuvent pas être disposés aléatoirement. Néanmoins, nous avons décidé de tester un protocole 'dégradé' en utilisant les sentiers présents permettant le cheminement et la détection des scinques sur les bordures. Pour cela un linéaire de 4 km de sentier a été défini (Figure 2) en essayant de couvrir au maximum les différents habitats de l'îlet. La pointe Ouest de l'îlet n'a pas pu être intégrée car le sentier était trop refermé. Ce linéaire de 4 km a été divisé en 4 zones (Figure 2) : Poirier, Tour Nord, Tour Sud et Muret 14. Les linéaires ont ensuite été redécoupés en **unités de site représentés par des transects**

de 50m (80 unités de sites au total). Au minimum **6 passages** (Tableau 1) ont ensuite été réalisés sur chaque linéaire en réalisant un cheminement lent (entre 500m et 1km/h) avec une recherche minutieuse des scinques.



Figure 2 - Localisation des transects (Poirier, Tour Nord, Tour Sud et muret 14) utilisés dans le protocole 1. Les données historiques (2010-2023) sont indiquées par des points jaunes et les données récoltées en 2024 indiquées par des losanges bleus.

Protocole 2 : Test d'un protocole en « *Site occupancy* » (Présence/absence) spécifique au muret 14

La majorité des observations de *Mabuya desiradae* sur l'îlet de Terre-de-bas sont concentrées sur le **muret central de l'îlet (« Muret 14 ») orienté du Nord au Sud**. Ce muret central délimitait anciennement des parcelles agricoles. Il a une longueur de 460 mètres de la plage au sud (point 0) jusqu'au la saline au nord, et une hauteur de 85 cm en moyenne. Il se compose des pierres sèches, calcaires et plates, superposées sur une rangée de chaque côté (Figure 3). Un sentier de gestion longe la face Est du muret et permet de le parcourir. La faces Ouest n'est pas accessible. Afin de tester un protocole en « *Site occupancy* » spécifique a cet habitat, nous avons choisi un **linéaire de 315 m de muret**, situé entre les 2 accès par le sentier du tour de l'îlet (Figure 3). Nous avons réalisé **4 occasions d'observation** sur ce muret, chaque **occasion d'observation correspondant à plusieurs passages le long du muret avec une recherche très lente et minutieuse des Scinques entre 7h et 12h30** (Tableau 2). Afin d'étoffer ce jeu de données, nous avons également récupéré les données issues du stage de master 2 réalisé en 2012-2013 sur le même habitat (Schedwill 2014) afin de les analyser avec le même protocole (Tableau 2). Chaque observation de scinque a été géolocalisée précisément afin d'être assignée à postériori à une unité de site définie comme un linéaire de 15 m de muret. Au total, ce jeu de données se compose donc de 21 unités de site (une

unité = un linéaire de 15 m de muret), de 4 occasions d'observation en 2024 et de 4 occasions d'observation en 2012 (une occasion d'observations = entre 1 et 5 passages le long du muret entre 7h et 9h30).

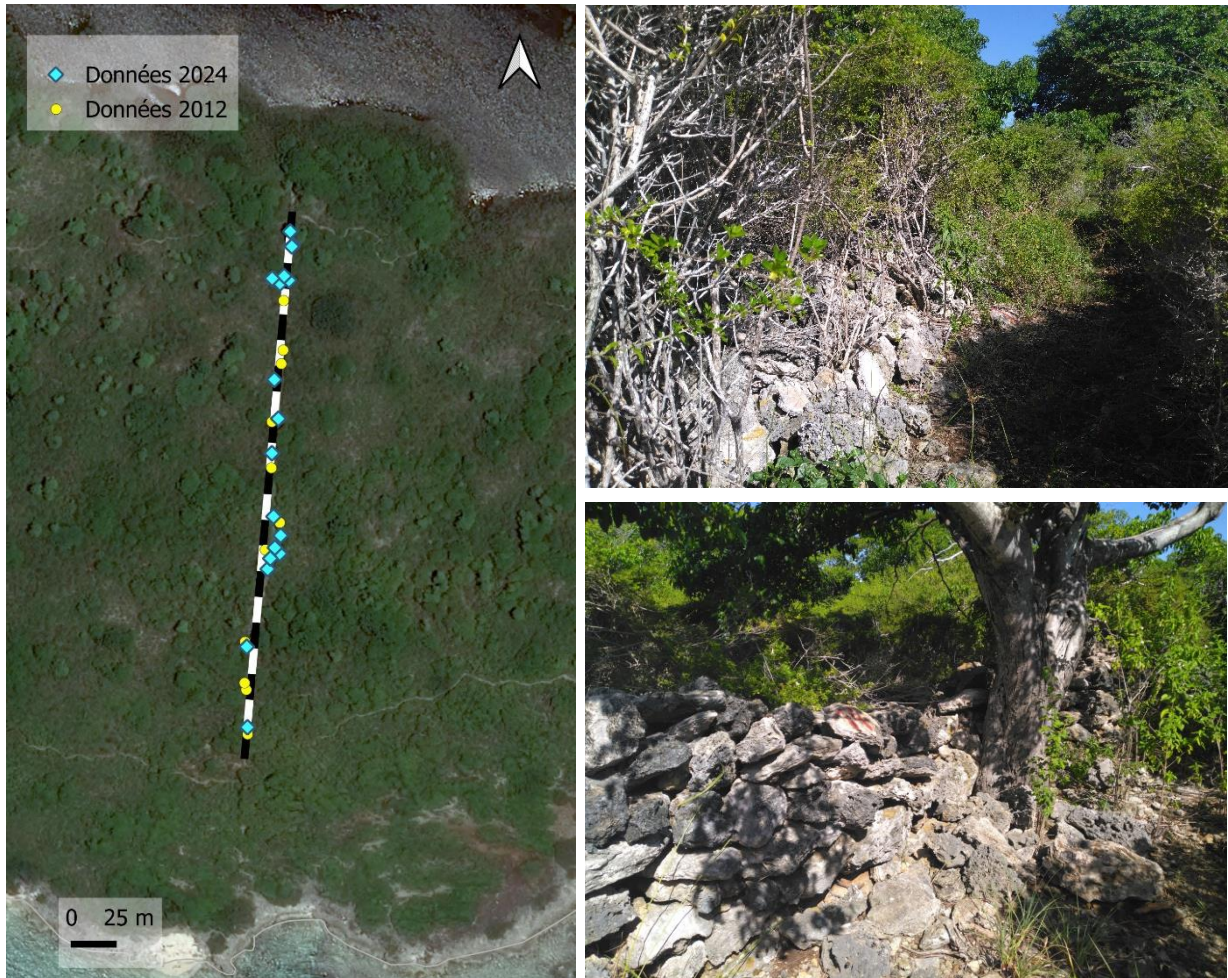


Figure 3 - (A gauche) : localisation des 21 unités (linéaires de 15 m de muret) utilisées pour le protocole 2. Les données 2024 utilisées dans l'analyse sont indiquées par des losanges bleus et les données 2012 utilisées dans l'analyse sont indiquées par des points jaunes. (A droite) : deux vues différentes récentes du muret 14 avec des profils plus ou moins fermés (@ E. Courtois).

Analyses statistiques

Les deux jeux de données ont été analysés avec des **modèles de « Site occupancy » (présence/absence)**. Au vu du faible nombre de données, nous avons utilisé des modèles nuls (sans covariables de site ni d'observations). Ces analyses ont été utilisées pour (1) déterminer la **probabilité de détection** de l'espèce avec les 2 méthodologies envisagées, (2) estimer la **probabilité d'occupation** de l'espèce et (3) envisager des **préconisations dans l'objectif de décliner ces protocoles dans l'optique d'un suivi à long terme** de l'espèce sur l'îlet de Terre-de-

bas. L'utilisation de modèle de « *N-mixture* » (comptages répétés) avait été envisagé afin d'obtenir une abondance moyenne de l'espèce mais le faible nombre de contact n'a pas permis son implémentation.

Résultats

Protocole 1 : Test d'un protocole en « Site occupancy » sur l'ensemble de l'îlet

Sur les 6 passages réalisés sur l'ensemble du linéaire de 4 km, seules **3 observations** de scinques ont été réalisées (Tableau 1). Au vu de ce si faible nombre de contacts, il n'est pas possible de mettre en place une analyse fiable sur ces données.

Tableau 1 - Passages réalisés sur les transects dans le cadre du protocole 1 (îlet complet).

Date	Heure	Observateur	Transect	Numéro passage	Nombre de <i>Mabuya</i> détectés
15/10	8h45-9h15	Élodie	Muret 14	1	0
15/10	9h45-10h15	Julien	Muret 14	2	0
15/10	15h-15h45	Élodie	Muret 14	3	0
16/10	8h45-9h15	Julien	Muret 14	4	0
16/10	9h45-10h15	Élodie	Muret 14	5	1
16/10	15h-15h45	Élodie	Muret 14	6	0
15/10	7h-8h	Gregory	Poirier	1	0
15/10	15h-16h	Gregory	Poirier	2	0
16/10	10h45-11h45	Julien	Poirier	3	0
16/10	12h-12h50	Julien	Poirier	4	0
18/10	11h-11h45	Élodie	Poirier	5	0
19/10	8h-9h	Jean-Claude	Poirier	6	0
15/10	7h-8h45	Élodie	Tour Nord	1	0
15/10	10h15-12h	Julien	Tour Nord	2	2
15/10	13h30-15h	Élodie	Tour Nord	3	0
16/10	7h-8h45	Julien	Tour Nord	4	0
16/10	10h15-12h	Élodie	Tour Nord	5	0
16/10	13h30-15h	Élodie	Tour Nord	6	0
15/10	7h-9h15	Julien	Tour Sud	1	0
15/10	10h15-11h45	Élodie	Tour Sud	2	0
15/10	14h-15h45	Julien	Tour Sud	3	0
16/10	7h-9h15	Élodie	Tour Sud	4	0
16/10	10h15-11h45	Julien	Tour Sud	5	0
16/10	15h45-16h30	Élodie	Tour Sud	6	0

Ce très faible nombre d'observations peut s'expliquer par une combinaison de plusieurs facteurs :

- (1) *Mabuya desiradae* est effectivement présent sur l'ensemble de l'îlet mais en densité très faible
- (2) La capacité pour l'observateur de détecter l'espèce sur les sentiers est extrêmement dépendante de l'état d'ouverture de la végétation. Lors de notre test, l'ouverture du sentier datait déjà de quelques temps et la végétation était relativement fermée.
- (3) Les créneaux horaires favorables pour l'observation de l'espèce sont vraiment très réduits (Schedwill 2014, voir également partie suivante) et un linéaire si long nécessite forcément de sortir de ce créneau horaire pour les observations.

Protocole 2 : Test d'un protocole en « Site occupancy » sur le muret 14

En 2024, **18 observations** de *Mabuya desiradae* ont été réalisées en suivant ce protocole (Tableau 2). L'analyse de ces données en « Site occupancy » (21 transects de 15 m, 4 occasions d'observation sur chaque transect) indique une **probabilité de détection de 0.29 [IC 95% 0.15-0.48]**. Cette valeur correspond à la probabilité de détecter l'espèce sur un linéaire de 15 m de muret où elle est présente. En 2012, 14 observations de *Mabuya desiradae* avaient été réalisées en suivant ce protocole (Tableau 2) ce qui conduit à une estimation similaire de la probabilité de détection (0.22 [IC95% 0.09-0.44]). Le fait de concaténer plusieurs passages par jour en une unique occasion d'observation comme cela a été le cas dans ce test fonctionne puisque l'on analyse ensuite les données en présence/absence mais empêche d'utiliser des modèles de N-mixture puisqu'un même individu peut être potentiellement contactés plusieurs fois. L'important pour les analyses en présence/absence est d'avoir un **effort constant à chaque passage**. Il conviendra donc par la suite **d'uniformiser le nombre d'aller/retour par occasion d'observations**. Par ailleurs le créneau horaire le plus favorable est clairement en début de journée et les occasions d'observations devront donc être concentrées sur le **créneau 7h-10h**.

Avec une probabilité de détection de l'espèce de 0.29 [IC 95% 0.15-0.48], **six passages** sont nécessaires pour avoir une probabilité de 85% de détecter l'espèce si elle est présente sur une unité de site (i.e. un linéaire de 15m de muret). Ceci se calcule avec la formule suivante :

$$K = \frac{\log(1 - p)}{\log(1 - p')}$$

où K est le nombre de passages, p la puissance (0.80) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population (Mackenzie & Royle, 2005).

La **probabilité d'occupation** de l'espèce (i.e. la probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 15m de muret) est élevée et similaire pour 2024 (**0.71 [IC95% 0.28-0.93]**) et 2012

(0.75 [IC95% 0.16-0.78]). Les intervalles de confiance associées à ces deux estimations sont néanmoins très élevés. Nous avons donc réalisé plusieurs simulations afin de tester la possibilité de détecter un changement dans la probabilité d'occupation de l'espèce sur le long terme. Dans un premier temps, nous avons simulé un jeu de données sur une année mais en passant de 21 à 30 unités de site (soit 30 linéaires de 15 m représentant un linéaire total de 450 m, soit l'intégralité du muret 14) et 6 passages au lieu de 4. La simulation montre que ces modifications permettent de diminuer l'intervalle de confiance puisque l'on estime alors la probabilité d'occupation à **0.71 [IC95% 0.44-0.89]**. Nous avons ensuite réalisé plusieurs simulations sur un jeu de données de 15 ans de suivi (Figure 5). Nous avons utilisé comme paramètres initiaux ceux déterminés dans la présente étude (probabilité de détection = 0.29 et probabilité d'occupation = 0.71) et simulé l'évolution de la probabilité d'occupation pendant 15 ans avec un déclin de 5%, 8% ou 10% annuel en utilisant 6 passages par an et 10, 20 ou 30 linéaires de 15 m de muret suivis (30 linéaires correspondant à la longueur totale du muret). L'analyse de puissance détermine la probabilité de détecter un changement (déclin ou augmentation) dans la probabilité d'occupation. Avec 30 linéaires de 15 m, il serait possible avec une puissance supérieure à 0.8 de détecter un **changement important (8% ou 10% annuel) dans la probabilité d'occupation** (Figure 5). Un changement de 8% par an de la probabilité d'occupation implique de passer d'une probabilité d'occupation de 0.70 [IC 95% 0.54-0.80] à une probabilité d'occupation de 0.33 [IC 95% 0.23-0.46]. **Il s'agit donc d'un fort changement dans la probabilité d'occupation, des déclinés plus modérés ne pourront pas être détectés avec ce protocole.**

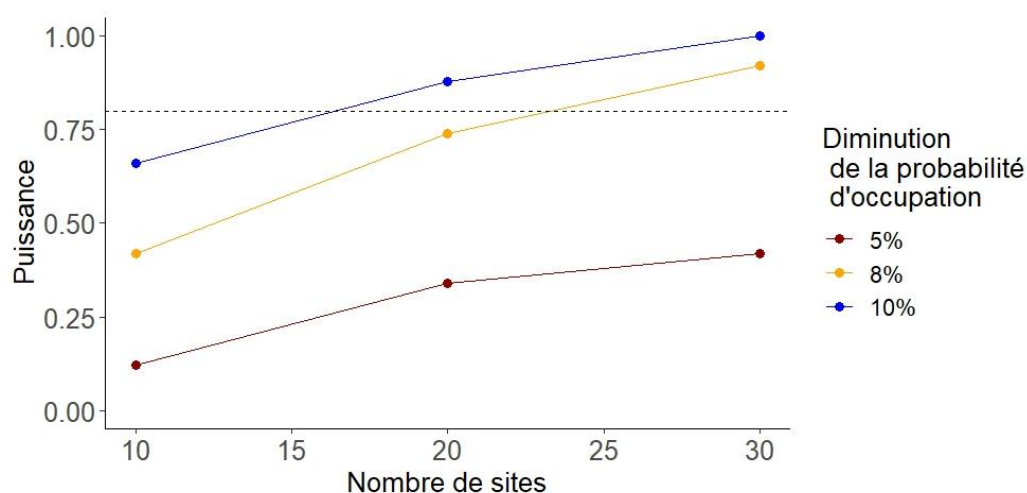


Figure 4 - Résultat des simulations menées en utilisant les paramètres initiaux déterminés dans cette étude. La ligne pointillée représente le seuil de puissance de 0.8.

Tableau 2 - Passages réalisés sur le muret 14 dans le cadre du protocole 2. L'ensemble des passages par jours sont ensuite concaténés en une unique occasion de d'observation.

Année	Date	Heure	Observateur	Transect	Nombre
2024	17/10	7h20-8h10	Élodie	Muret 14	3
	17/10	8h40-9h15	Élodie	Muret 14	0
	17/10	9h45-10h20	Élodie	Muret 14	0
	17/10	10h50-11h30	Elodie	Muret 14	0
	18/10	7h30-8h15	Élodie	Muret 14	2
	18/10	8h45-9h30	Élodie	Muret 14	3
	18/10	10h-10h45	Élodie	Muret 14	0
	18/10	9h30-10h	Jean-Claude	Muret 14	1
	19/10	7h-7h30	Élodie	Muret 14	0
	19/10	8h-8h30	Élodie	Muret 14	3
	19/10	9h-9h30	Élodie	Muret 14	0
	20/10	7h15-7h45	Élodie	Muret 14	2
	20/10	8h-8h45	Élodie	Muret 14	3
	20/10	9h-9h30	Élodie	Muret 14	1
2012	28/11	08h05-9h10	Joël BERCHEL	Muret 14	3
	15/12	08h40-10h	Joël BERCHEL	Muret 14	3
	15/12	11h24-12h29	Joël BERCHEL	Muret 14	1
	28/12	08h13-9h	Joël BERCHEL	Muret 14	1
	29/12	8h15-9h28	Joël BERCHEL	Muret 14	5
	29/12	10h45-11h30	Joël BERCHEL	Muret 14	1

Conclusions et préconisations

La première conclusion de cette étude est qu'**il serait très difficile d'implémenter un suivi à long terme robuste sur l'ensemble de l'îlet de Terre-de-bas**. Ceci est dû à : (1) la faible densité de l'espèce, (2) une végétation dense rendant difficile l'observation et (3) une fenêtre d'activité très limitée de l'espèce. Pour ces 3 raisons, même des protocoles en « *Site occupancy* » sont extrêmement difficiles à implémenter à l'échelle de l'îlet. Plusieurs actions peuvent néanmoins être mises en place pour tenter d'appréhender les changements dans la distribution de l'espèce à sur l'ensemble de l'îlet :

- (1) La remontée systématique et la bancarisation de toutes les données opportunistes ;
- (2) A un intervalle de temps régulier à définir (tous les 3 à 5 ans par exemple), la réalisation d'une **mission d'inventaire dédiée précédée par une ouverture des sentiers**, faisant intervenir une **équipe de plusieurs herpétologues spécialisés** avec un **effort d'inventaire constant**. Ce protocole serait forcément lourd à mettre en place et donc inenvisageable

annuellement mais pourrait permettre une analyse en « *Site occupancy* » en définissant un site comme une zone à prospecter avec un effort constant. **Une proposition pourrait être de planifier une première phase de terrain intensive avant la dératisation puis une seconde 2 ans après la dératisation.**

Ces 2 propositions **n'apporteront clairement pas un suivi temporel fin et robuste** mais pourront permettre de **continuer à acquérir de la donnée sur cette espèce encore largement méconnue.**

La seconde conclusion de cette étude est que **la mise en place d'un suivi en « *Site occupancy* » est envisageable en se concentrant sur la population du muret 14** au centre de l'îlet de Terre-de-bas. Ce suivi devra :

- Être réalisé **annuellement**, toujours à la **même période de l'année** et dans l'idéal toujours par la même personne formée à la détection de l'espèce ;
- Porter sur **l'ensemble du muret** (450 m soit 30 unités de 15m de linéaire de muret) ;
- Comporter **6 occasions d'observation par an, le plus concentrée dans le temps possible** (1 occasion d'observation par jour pendant 6 jours consécutifs dans l'idéal). Chaque occasion d'observation consistera en **4 passages le long du muret entre 7h et 10h** avec pointage GPS de tous les *M. desiradae* détectés.

Il est important de bien noter que **ce protocole présente plusieurs limitations. L'indépendance des unités de site** (i.e. le fait qu'un individu détecté sur un site ne puisse pas se déplacer sur un autre site pendant la période du suivi) n'est probablement pas entièrement respectée. En effet, les linéaires de 15m sont continus et un même individu peut donc potentiellement être détecté sur 2 unités différentes. Néanmoins, les données disponibles sur cette espèce tendent à montrer que ses déplacements sont limités. En utilisant plusieurs méthodes (observations d'un individu, comparaison sur photographie des recaptures de différents individus), Schedwill (2014) a en effet estimé que le territoire des Scinques se limitait à un linéaire de 4m de muret et il est donc probable que l'unité de 15 m de linéaire de muret soit cohérent avec la taille du territoire des Scinques. Le fait de concentrer les passages dans un temps limité (un passage par jour pendant 6 jours) permet de limiter encore plus ce biais. Ce protocole se concentrant sur la population du muret 14, les résultats obtenus ne seront **pas extrapolables à l'ensemble de l'îlet**. Néanmoins, on peut considérer que ce suivi pourrait permettre de disposer d'un indicateur d'alerte. Si la population du muret 14 présente une première tendance au déclin, cela pourra motiver la réalisation d'une étude plus conséquente sur l'espèce (voir plus haut).

Bibliographie

- ANGIN B. (2022) Inventaire de l'herpétofaune terrestre de la Réserve Naturelle Nationale des îles de la Petite Terre. Ardops Environnement – Association Ti'tè, 19p. + annexe.
- DALTRY J.C., LINDSAY K., LAWRENCE S.N., et al. (2017) Successful reintroduction of the Critically Endangered Antiguan racer *Alsophis antiguae* to offshore islands in Antigua, West Indies. *Int. Zoo Yb.* 51 : 97-106.
- DONIHUE C.M., DALTRY J.C., CHALLENGER S., HERREL A. (2021) Population increase and changes in behavior and morphology in the Critically Endangered Redonda ground lizard (*Pholidoscelis atratus*) following the successful removal of alien rats and goats. *Integrative Zoology* 16 : 379– 89.
- MASSARY DE J.-C., BOCHATON C., DEWYNTER M., et al. (2021) Liste taxinomique de l'herpétofaune dans l'outre-mer français : V. Département de la Guadeloupe. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. 178 : 6-23.
- HEDGES, S.B. & CONN C.E. (2012) A new skink fauna from Caribbean islands (Squamata, Mabuyidae, Mabuyinae). *Zootaxa*, 3288(1) : 1–244.
- HEDGES S.B., LORVELEC O., BARRÉ N., et al. (2016) A new species of skink from the Guadeloupe Archipelago (Squamata, Mabuyidae, Mabuya). *Caribbean Herpetology* 53 : 1-14.
- HOARE J.M. & HARE K.M. (2006) The impact of brodifacoum on non-target wildlife: gaps in knowledge. *New Zealand Journal of Ecology*, 30(2) : 157–167.
- LORVELEC, O., BARRE, N., PAVIS, C. (2012) : Les dernières populations de Scinques dans les Antilles françaises : état des connaissances et propositions d'actions. Association pour l'Etude et la protection des Vertébrés et végétaux des petites Antilles (AEVA), Petit-Bourg, Guadeloupe. Rapport AEVA n°35, octobre 2012, 35 pages.
- MACKENZIE D.I. & ROYLE J.A. (2005) Designing occupancy studies : general advice and allocating survey effort. *Journal of applied Ecology* 42(6) : 1105-1114.
- SCHEDWILL P. (2014) Étude de la population de *Mabuya* cf. *desiradae* (Squamata : Mabuyidae) de Terre de Bas (îles de la Petite Terre, commune de la Désirade, Guadeloupe), rapport de M2
- SPURR E. B., 1993. A review of the effects of pesticides on lizards. New Zealand Department of Conservation. *Conservation advisory science notes* 33 : 1-6.
- THORSEN M., SHORTEN R., LUCKING R., LUCKING V. (2000) Norway rats (*Rattus norvegicus*) on Frégate Island, Seychelles : the invasion ; subsequent eradication attempts and implications for the island's fauna, *Biological Conservation* 96(2) : 133-138.

Annexe XI. Test d'un protocole de suivi pour le gecko *Thecadactylus* *aff. rapicauda* aux Antilles »

TEST D'UN PROTOCOLE DE SUIVI POUR LE GECKO *THECADACTYLUS* AFF. *RAPICAUDA* AUX ANTILLES



Titre : Test d'un protocole de suivi pour le gecko *Thecadactylus* aff. *rapicauda* aux Antilles

Client : OFB Antilles

Interlocuteur : Fabian Rateau, OFB

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions Fabian Rateau, Mitsiou Grelot, Thomas Eugène et Adélie Paris pour la prise de données sur le terrain ainsi que Baptiste Angin pour les échanges sur le protocole.

Référence à utiliser : **Courtois E.A., 2024** – Test d'un protocole de suivi pour le gecko *Thecadactylus* aff. *rapicauda* aux Antilles. Société Herpétologique de France, ENIA, OFB, 9 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	3
Présentation de l'espèce	4
Protocole	5
Récolte des données	5
Résultats	6
Analyse en « Site occupancy »	6
Conclusions et préconisations	9

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 - Répartition de <i>Thecadactylus</i> aff. <i>rapicauda</i> en Guadeloupe (à gauche, tiré de Angin et al. 2024) et Martinique (à droite, tiré de Dewynter et al. 2023). Les points rouges figurent les localités anciennes" (antérieures à 1990).	4
Figure 2 - Répartition des localités en Martinique utilisées pour le test du protocole.	5
Figure 3 - A gauche illustration de la répartition des abris au sein d'une localité et à droite illustration d'un abri artificiel.	6
Figure 4 - <i>T. aff. rapicauda</i> (à gauche) et <i>G. gecko</i> (à droite) dans les abris artificiels.	7
Figure 5 - Probabilité d'occupation estimée en site occupancy pour les 2 espèces.	8
Tableau 1 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte un effet de la localité (Loc) et de la session (S1, S2, S3) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi) pour les 2 espèces.	8

Présentation de l'espèce

Le Thécadactyle à queue turbinée (*Thecadactylus rapicauda*) est une espèce à vaste répartition sud-américaine et caribéenne dont le spécimen type proviendrait du Suriname (Hoogmoed 1973). Cependant, des études récentes ont mis en évidence de **fortes divergences génétiques entre les populations continentales et les populations de plusieurs îles de la Caraïbe** suggérant l'existence d'un complexe d'espèce (Kronaueur et al. 2005). Les enjeux de conservation sur les îles de la Guadeloupe et de la Martinique sont donc importants car il est fort possible qu'il s'agisse d'espèces endémiques sur chacune de ces îles. Sur les 2 îles, l'espèce présente une **large répartition mais avec peu d'observations** (Figure 1). L'espèce n'est pas considérée comme particulièrement menacée actuellement (LC sur la liste rouge UICN Guadeloupe et NT sur la liste rouge Martinique), mais la compétition avec les autres espèces de geckos envahissants (*Gekko gecko* à la Martinique, *Leptodactylus lugubris* sur les 2 îles) pourrait constituer une menace. Au vu de ces éléments, le développement (1) d'un protocole de détection adapté et (2) d'un protocole de suivi sur le long terme pour les *Thecadactylus* aff. *rapicauda* de la Martinique et de la Guadeloupe permettrait une meilleure prise en compte de l'espèce dans les projets d'aménagement du territoire et un suivi de l'impact des geckos exotiques.

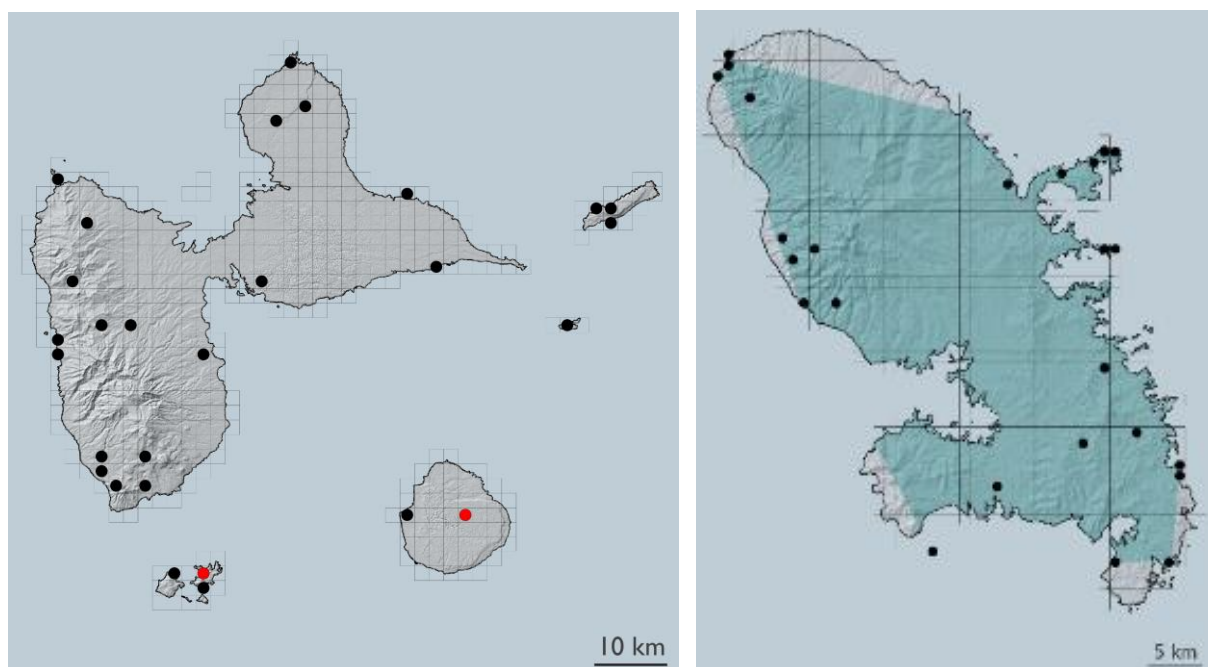


Figure 1 - Répartition de *Thecadactylus* aff. *rapicauda* en Guadeloupe (à gauche, tiré de Angin et al. 2024) et Martinique (à droite, tiré de Dewynter et al. 2023). Les points rouges figurent les localités anciennes" (antérieures à 1990).

L'objectif de cette étude est de tester l'utilisation des abris artificiels pour la détectabilité et le suivi des geckos, en particulier pour *Thecadactylus* aff. *rapicauda* dans l'optique de (1) définir un protocole de détection pour améliorer la prise en compte de cette espèce dans les études d'impact et (2) définir un protocole de suivi sur le long terme adapté à la fois à *T.* aff. *rapicauda* et aux geckos exotiques pouvant entrer en compétition avec cette espèce.

Protocole

Récolte des données

Dans une première étude, le test du protocole n'a été réalisé qu'en Martinique. Huit localités ont été définies (Figure 2). Au sein de chaque localité, entre 15 et 18 abris artificiels (Figure 3) ont été installés sur des arbres. Chaque localité a été visitée **3 fois sur une période de 2 semaines maximum à 3 périodes différentes de l'année (soit un total de 9 visites sur chaque localité)**. Chaque visite était constituée par un passage de jour où les abris étaient ouverts et le nombre de geckos noté dans chaque abri. A noter que les localités Palourde et Morne des Olives ont été installées plus tardivement et n'ont été visitées que lors des sessions 2 et 3, elles n'ont donc pour l'instant pas été prises en compte dans les analyses car cela induisait un fort biais dans les estimations. Nous avons également intégré dans l'analyse le gecko exotique *G. Gecko*.



Figure 2 - Répartition des localités en Martinique utilisées pour le test du protocole.



Figure 3 - A gauche illustration de la répartition des abris au sein d'une localité et à droite illustration d'un abri artificiel.

Les sessions de relevés ont été réalisées du 17 au 30 juillet 2024 (session 1), du 14 au 21 novembre 2024 (session 2) et du 25 février au 4 mars 2025 (session 3). Sur l'ensemble des 3 sessions, un total de **33 observations de *T. rapicauda*** (18 sur S1, 11 sur S2 et 4 sur S3), **139 observations de *G. gecko*** (47 sur S1, 57 sur S2 et 35 sur S3) a été réalisé (Figure 4). Les données d'œufs n'ont pas été prises en compte dans cette première analyse de même que les observations opportunistes d'autres espèces, en particulier *H. mabouia* (seulement 16 observations au total).

Résultats

L'ensembles des observations de *T. aff. rapicauda* se sont concentrées sur 1 localité (la valériane) tandis que les observations de *G. gecko* ont été réalisées sur 3 localités (Bois pothau, Gaschette et Trinité bourg).

Analyse en « *Site occupancy* »

Nous avons comparé plusieurs modèles pour les 2 espèces (*G. gecko* et *T. aff. rapicauda*) prenant en compte ou non un effet de la localité et/ou de la session sur la probabilité de détection ou d'occupation. Pour *T. aff. rapicauda*, le modèle le plus probable est un **modèle prenant en compte un effet de la session sur la probabilité de détection et de la localité sur la probabilité d'occupation** (Tableau 1). Pour *G. gecko*, le modèle le plus probable est un **modèle prenant en compte un effet de la localité sur la probabilité d'occupation** et une probabilité de détection constante (Tableau 1).



Figure 4 - *T. aff. rapicauda* (à gauche) et *G. gecko* (à droite) dans les abris artificiels.

Erreur ! Source du renvoi introuvable. En utilisant ces modèles, on estime une probabilité de détection moyenne élevée pour les 0.57 [IC95% 0.48-0.51] pour *G. gecko*. Pour *T. aff. rapicauda*, la probabilité de détection était maximale lors de la première session (juillet 2024) et égale à 0.41 [IC 95% 0.24-0.61] et diminuait lors des sessions 2 et 3 (Figure 5). La probabilité de détection correspond à la probabilité de détecter un individu de l'espèce au sein d'un abris en particulier en réalisant une visite (ouverture de l'abri). En utilisant ces probabilités, le nombre de visites nécessaires pour atteindre une puissance de 0.80 est de **3 visites pour *T. rapicauda* et 2 visites pour *G. gecko***. Ceci se calcule avec la formule suivante : $K = \frac{\log(1-p)}{\log(1-p')}$ où K est le nombre de passages, p la puissance (0.8) que l'on souhaite atteindre et p' la probabilité de détection estimée dans la population.

La **probabilité d'occupation** (probabilité qu'un abri soit occupé par l'espèce) varie en fonction des localités pour les 2 espèces. Pour *T. aff. rapicauda*, la seule localité occupée est celle de la valériane et la probabilité d'occupation y est forte (**0.79 [IC95% 0.35 - 0.96]**). Pour *G. gecko*, trois localités sont occupées par l'espèce avec une probabilité d'occupation minimale pour bois pothau, intermédiaire pour la gaschette et maximale pour le site de Trinité bourg (Figure 5).

Tableau 1 - Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte un effet de la localité (Loc) et de la session (S1, S2, S3) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi) pour les 2 espèces.

<i>T. aff. rapicauda</i>			
	nPars	AIC	delta
p(Session)phi(Loc)	9	168.64	0
p(.)phi(Loc)	7	173.2	4.55
p(Loc+Session)phi(Loc)	14	179.85	11.21
p(.)phi(.)	2	252.6	83.96
<i>G. gecko</i>			
	nPars	AIC	delta
p(.)phi(Loc)	7	425.22	0
p(Session)phi(Loc)	9	429.03	3.81
p(Loc+Session)phi(Loc)	14	432.88	7.66
p(.)phi(.)	2	541.74	116.52

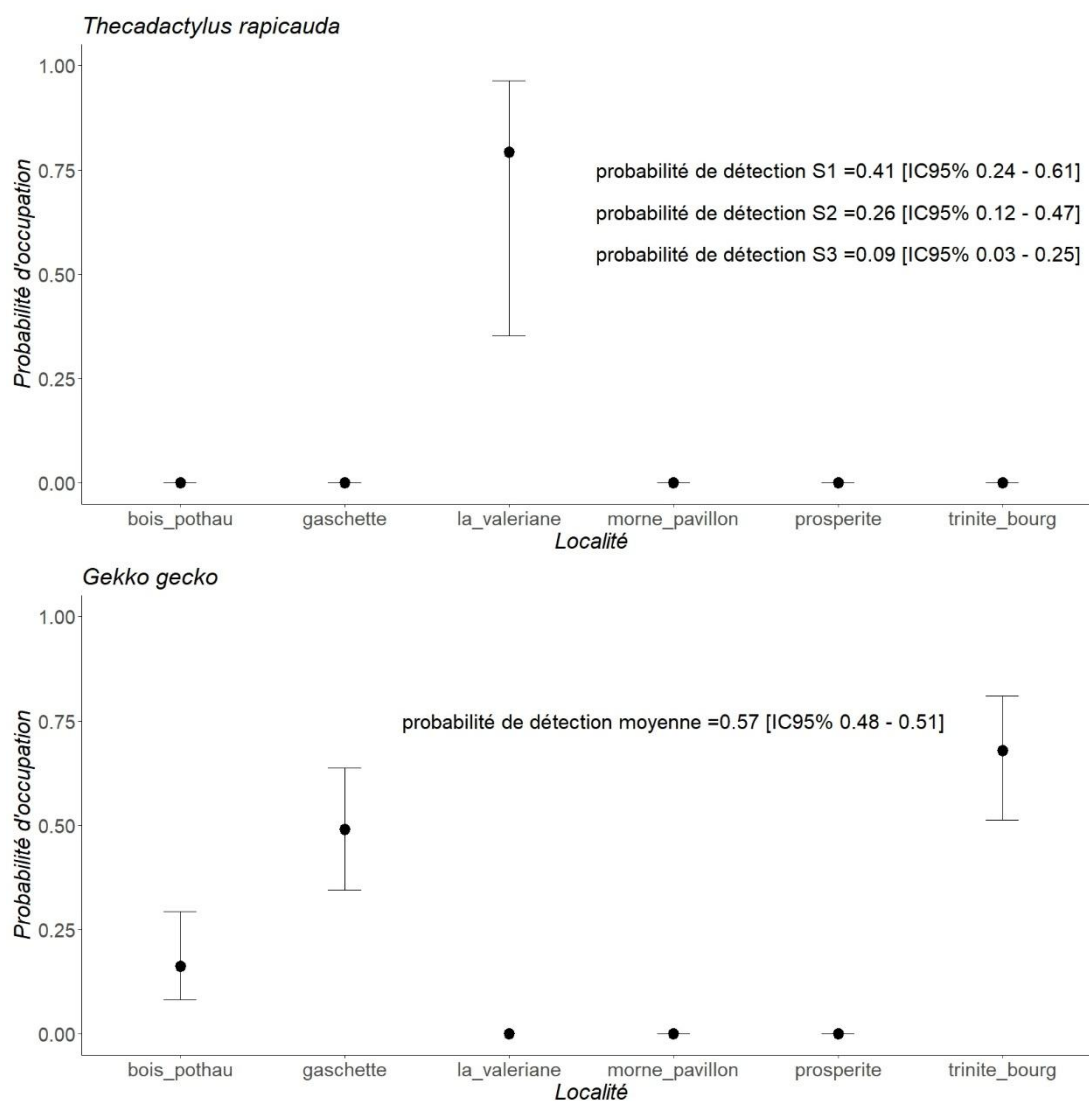


Figure 5 - Probabilité d'occupation estimée en site occupancy pour les 2 espèces.

Conclusions et préconisations

L'utilisation d'abris artificiels permet d'atteindre des **probabilités de détection élevées** pour le gecko endémique *T. aff. rapicauda* et le gecko introduit *G. gecko*. Un nombre réduit de visites sur le terrain permet ainsi d'estimer la probabilité d'occupation des deux espèces. Au vu de ces premiers résultats, la période de **juillet** semble la plus favorable pour la détection de *T. aff. rapicauda* tandis que la probabilité de détection de *G. gecko* ne semble pas varier au cours de l'année.

Dans l'optique de proposer un **protocole pour la détection de l'espèce** notamment lors des études d'impact, il conviendrait par ailleurs pour s'assurer de la solidité de ce protocole pour la détection de l'espèce, de (1) réaliser une phase de test en Guadeloupe pour y vérifier la possible déclinaison de ce protocole, (2) définir si la colonisation des abris par les 2 espèces se fait rapidement ou nécessite une installation très en amont. La complémentarité de ce protocole avec une détection nocturne avait été testé lors de la première session mais aucune observation de *T. aff. rapicauda* n'ayant été réalisée et cela représentant un effort de terrain trop conséquent, cet effort n'a pas été poursuivi lors des sessions suivantes. Il serait pertinent de tester à nouveau l'utilisation de tels transects nocturnes en complément de l'utilisation des abris pour tester si ceci améliore la détection de l'espèce dans différents contextes.

Dans l'optique d'une **implémentation à long terme d'un suivi de la distribution de l'espèce sur la Guadeloupe et la Martinique**, il conviendrait de multiplier au maximum les sites de suivi en couvrant dans l'idéal un échantillonnage représentatif sur l'ensemble des territoires. La réalisation **d'une session de suivi par an** à la période la plus favorable identifiée pour le moment en juillet avec **3 visites par site et par an** permettrait alors un suivi de la distribution de *T. aff. rapicauda* et en parallèle une veille sur les autres geckos introduits.

Annexe V. « Suivi du caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des Pripris de Yiyi – 2024-2025 »

**SUIVI DU CAIMAN A LUNETTES (*CAIMAN
CROCODILUS*) SUR LA RESERVE DES PRIPRIS
DE YIYI – 2024-2025**



Titre : Suivi du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des pripris de Yiyi – 2024-2025

Client : Sépanguy

Interlocuteur : Laure Molinier, Raphaëlle Rinaldo

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97300 CAYENNE, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions Raphaëlle Rinaldo pour l'appui au montage de cette étude ainsi que Laure Molinier pour son aide sur le terrain. Nous remercions Edith Guilloton pour sa participation au suivi 2025.

Référence à utiliser : Courtois E.A., 2024 – Suivi du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des pripris de Yiyi – 2024-2025. Société Herpétologique de France, ENIA, Sépanguy, 9 p.

Table des matières

Liste des Tableaux et Figures.....	3
Présentation de l'espèce et objectifs du suivi.....	4
Protocole.....	5
Récolte des données.....	5
Analyses statistiques.....	6
Résultats.....	6
Analyse en « Distance sampling ».....	6
Analyse en « Site occupancy » et « N-mixture ».....	7
Conclusions et préconisations.....	9
Bibliographie.....	9

Liste des Tableaux et Figures

Tableau 1 - Comparaisons des modèles en site occupancy en prenant en compte ou non un effet 'Année' sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (ϕ)..... 8

Figure 1 - Localisation des 13 transects sur la zone du marais..... 5

Figure 2 – Fonction de détection pour les données de 2024 et de 2025..... 7

Figure 3 - Densités estimées pour chacun des transects en utilisant les estimations issues des modèles de N-mixture. Les lignes pointillées rouge et bleue et les intervalles de confiance associées indiquent les densités moyennes estimées en utilisant respectivement les méthodes de N-mixture et de distance sampling. Le panel de gauche présente les données de 2024 et celui de droite celle de 2025..... 8

Présentation de l'espèce et objectifs du suivi

Le Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) est un crocodilien reconnaissable grâce à sa crête osseuse transversale entre les deux yeux qui est à l'origine de son nom vernaculaire. Le Caïman à lunette est largement distribué en Amérique du sud. En Guyane, il se retrouve surtout sur le littoral, avec quelques rares données dans les terres le long des grands fleuves, dans les barranques liées à l'orpaillage ou dans les lacs isolés du Sud de la Guyane. Cette espèce montre une nette préférence pour les milieux ouverts et les zones stagnantes : savanes inondées, formations herbacées du littoral, rivières, marais, lacs, etc. Il est également présent en mangroves et bords de mer. Relativement opportuniste en Guyane, il est possible de l'observer près des habitations, en bords de route, ainsi que dans les stations de lagunage et les canaux de drainage urbains. Le Caïman à lunette est classé « Préoccupation mineure » dans la liste rouge régionale et mondiale des espèces menacées de l'IUCN (2017) et est inscrit dans l'Annexe II de la CITES (1977). En Guyane, il est autorisé à la chasse mais interdit au commerce. Cette espèce semble supporter relativement bien l'anthropisation de son habitat mais certaines populations régressent, du fait de la chasse mais également de par la destruction de son habitat (comme le remblai des marais).

Le site des pripris de Yiyi, propriété du Conservatoire du Littoral, s'étend sur environ 1000 ha, entre les communes de Sinnamary et d'Iracoubo. Cette zone humide constitue l'un des 3 sites Ramsar du département. Elle est gérée conjointement par la Mairie de Sinnamary et l'association SEPANGUY depuis 2009. Plusieurs études ont été menées sur les caïmans des marais de Yiyi, et ces travaux ont permis de confirmer la présence et la reproduction du Caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) et du Caïman rouge (*Paleosuchus palpebrosus*) sur le site. Les Caïman à lunettes y sont largement majoritaire sur la zone de marais avec seulement de rares observations de caïmans rouge au niveau de la crique Canceler, de la crique Yiyi et des canaux internes. Au niveau de la structure de la population, on y observe un déséquilibre en faveur des individus plus jeunes avec un déficit de grands individus, ce qui est typique d'une population ayant subi une forte pression de chasse (de Thoisy, 2000, Ouboter & Nanhoë, 1989). Un protocole basé sur des méthodes mixtes de « Site Occupancy » (présence/absence), de « N-mixture » (comptage répété) et de « Distance Sampling ». a été testé en 2024 (Courtois, 2024) puis implémenté en 2025. Ce rapport présente les résultats de 2024 à 2025.

Protocole

Récolte des données

Nous avons défini 13 transects (Figure 1) couvrant au maximum la zone accessible du marais des pripris de Yiyi et totalisant un linéaire de 3118 m. Chacun de ces transects a été parcouru 4 fois par an de nuit entre 19h et 23h en canoé à faible vitesse avec 2 personnes équipées de lampes frontales puissantes et formées à la détection des caïmans. Les suivis ont eu lieu en Aout 2024 (21/08/2024, 22/08/2024, 28/08/2024 et 29/08/2024) puis en Juillet 2025 (23/07/2025, 25/07/2025, 27/07/2025 et 28/07/2025) et chaque transect était parcouru une fois par nuit pour chaque jour de suivi.



Figure 1 - Localisation des 13 transects sur la zone du marais.

Pour chaque caïman détecté, un formulaire kobotoolbox avait été mis en place permettant de noter l'heure de l'observation et le point GPS sur le transect en se positionnant perpendiculairement à l'individu observé et la distance à l'individu, mesurée précisément avec un télémètre, en se plaçant perpendiculairement à l'individu. Au total, **729 observations** de caïmans à lunette (**368 en 2024 et 361 en 2025**) ont été réalisées. A noter que pour les individus les plus éloignés, l'identification à l'espèce était attribuée par défaut à des caïmans à lunette. Sur ces zones de marais où la détection

éloignée est possible, les caïmans rouges y sont extrêmement rares et l'erreur associée à une potentielle erreur d'assignation très limitée. L'estimation de la taille des individus, notamment celle des individus les plus éloignés pour lesquels seul l'œil est visible à la lampe, est également impossible à faire sur le terrain. Nous avons donc décidé dans les analyses de conserver l'ensemble des observations de caïmans à lunette incluant une large majorité de juvéniles et quelques individus adultes.

Analyses statistiques

Nous avons réalisé trois types d'analyses avec le jeu de données généré par cette étude :

- Analyse en « **Distance sampling** » : cette analyse permet de d'estimer la densité d'individu par surface prospectée en construisant une fonction de détection utilisant les distances perpendiculaires aux transects où les individus ont été localisés.
- Analyse en « **Site occupancy** » : cette analyse permet de déterminer la probabilité qu'une unité (sous-transect d'une longueur déterminée) soit occupé ou non par au moins un individu (présence/absence). Pour cela, les transects sont découpés en plus petites unités d'une longueur égale.
- Analyse en « **N-mixture** » : cette analyse utilise le même jeu de données que celui construit pour l'analyse en site occupancy mais en se basant sur un nombre d'individu compté par sous-transect et par passage. Elle permet d'estimer l'abondance moyenné (le nombre d'individus) par unité.

Résultats

Analyse en « Distance sampling »

Suivant l'analyse menée dans Courtois 2024, nous avons tronqué les données à 50 m de distance et défini 5 catégories de distance entre 0 et 50 m (0-10m, 10-20m, 20-30m, 30-40m, 40-50m). En utilisant une sélection de modèle identique à celle présentée dans Courtois 2024, nous avons utilisé pour chaque année des fonctions de détection de type « half normale » (Figure 2). En utilisant ces modèles, on estime une densité de caïmans égale à **18.47 individus par hectare en 2024** [IC 95% 16.36 -20.57] et **16.23 individus par hectare en 2025** [IC 95% 14.40-18.06]. Les tests de Goodness of fit indiquent une pvalue de 0.24 pur 2024 et 0.19 pour 2025 assurant la validité des modèles utilisés.

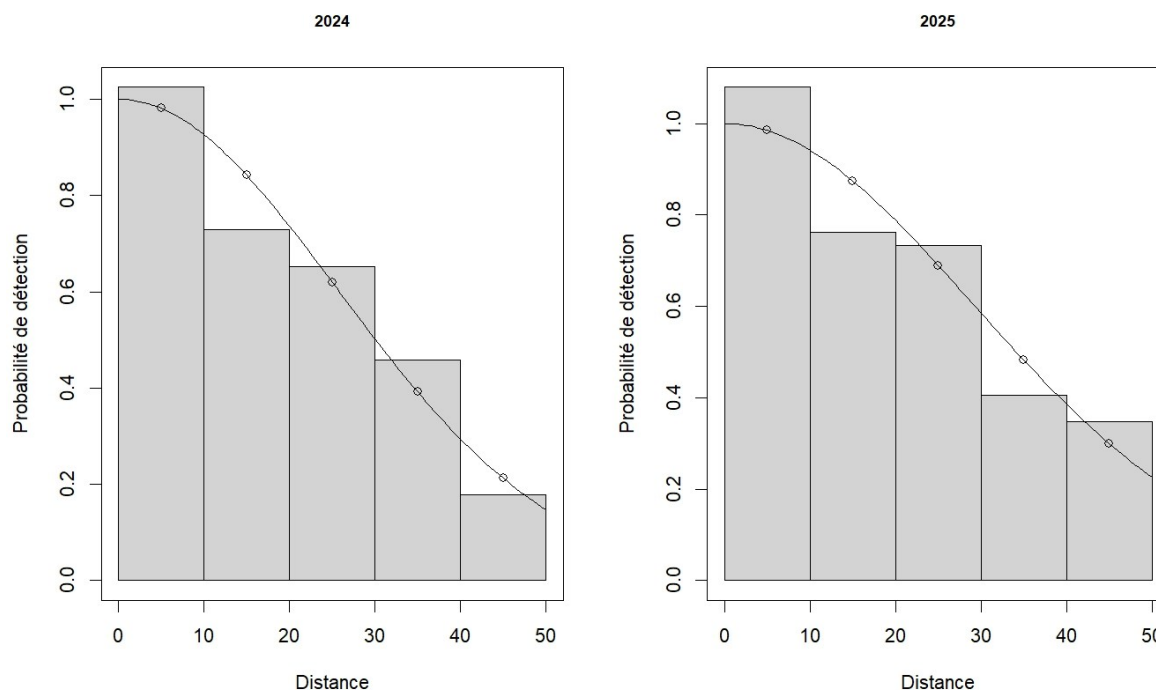


Figure 2 – Fonction de détection pour les données de 2024 et de 2025.

Analyse en « Site occupancy » et « N-mixture »

Dans les analyses en « **Site occupancy** » et en « **N-mixture** », on ne considère pas l'effet potentiel de la distance de l'individu à l'observateur sur la probabilité de détection. Au-delà de 20 m de distance perpendiculaire au transect, la probabilité de détection des individus diminue fortement (Courtois 2024). Pour ces analyses, nous avons donc conservé uniquement les données de détection dans une bande de 20 m de chaque côté des transects. Nous avons ensuite découpé les transects en unités linéaires (sous-transects) de 50 m. Ces analyses sont donc basées sur des détections / non détections (site occupancy) ou sur des comptages répétés (N-mixture) totalisant **397 observations** (208 en 2024 et 189 en 2025) **sur 63 unités linéaires** (sous-transects de 50m).

Nous avons comparé plusieurs modèles prenant en compte ou non un effet de l'année sur les probabilités de détection et d'occupation. Le modèle le mieux adapté aux données est le modèle nul (probabilité de détection et d'occupation ne dépendant pas de l'année)(Tableau 1). En utilisant ce modèle, la **probabilité de détection** (probabilité de détecter au moins un caïman sur une bande de 40 m d'un transect de 50 m sachant qu'il y est présent) est estimée à **0.63 [IC 95% 0.58 – 0.68]**. La probabilité d'occupation de l'espèce sur le site (i.e. la probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 50 m), similaire pour les deux années, est estimée à **0.78 [IC 95% 0.69 – 0.84]**. **Plus d'année de suivi sont nécessaire pour confirmer la stabilité de ces estimations.**

Tableau 1 - Comparaisons des modèles en site occupancy en prenant en compte ou non un effet 'Année' sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (ϕ).

modèles	nPars	AIC	delta
$p(.)\phi(.)$	2	639.35	0
$p(.)\phi(\text{Année})$	3	639.77	0.42
$p(\text{Année})\phi(.)$	3	640.69	1.34
$p(\text{Année})\phi(\text{Année})$	4	640.87	1.51

La comparaison des modèles en N-mixture amène également à sélectionner le modèle nul (probabilité de détection et abondance moyenne ne dépendent pas des années). En utilisant ce modèle, on estime la probabilité de détection individuelle (probabilité de détecter un individu en particulier) à 0.30 [IC 95% 0.24-0.37]. Nous avons utilisé ces données pour estimer une densité moyenne et la comparer avec celle estimée en distance sampling. Pour cela, nous avons moyenné le nombre d'individus par sous- transect et l'avons ramené à une densité en considérant que ce nombre d'individu se rapporte à une surface de 2000 m² (bande de 2*20m = 40m autour d'un linéaire de 50m – 50*40=2000m²). Les intervalles de confiance ont été générés par bootstrap. **Les densités moyennes estimées avec cette méthode sont similaires à celles estimées en distance sampling en 2024 et 2025** (Figure 3).

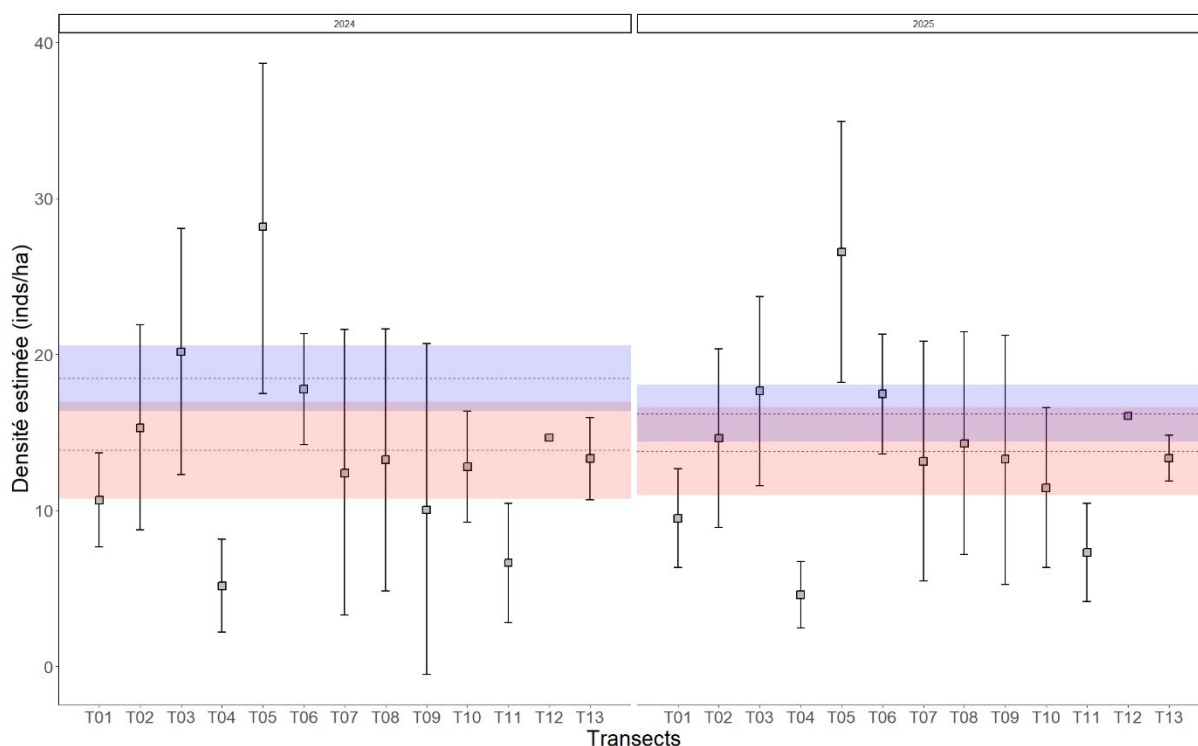


Figure 3 - Densités estimées pour chacun des transects en utilisant les estimations issues des modèles de N-mixture. Les lignes pointillées rouge et bleue et les intervalles de confiance associées indiquent les densités moyennes estimées en utilisant respectivement les méthodes de N-mixture et de distance sampling. Le panel de gauche présente les données de 2024 et celui droite celle de 2025.

Conclusions et préconisations

Le protocole testé en 2024 a été confirmé en 2025. Il est relativement facile à mettre en place sur le terrain et permet de coupler plusieurs estimateurs (probabilité d'occupation par site occupancy et estimation de densité par distance sampling et N-mixture). **Nous préconisons donc de conserver ce protocole dans les années à venir pour assurer un suivi efficace de la population de caïman à lunette du site.** La période ne semble pas influencer fortement sur la densité de caïmans sur les pripris (Veinante 2018) mais nous préconisons de conserver une période entre juillet et septembre. Les 4 passages annuels devront être réalisés dans une fenêtre temporelle de maximum 2 semaines.

Bibliographie

- De Thoisy B. (2000). Cabilia et caïmans : vers une valorisation des marais de Yiyi ? Rapport premier : Ecologie des Espèces Etat des lieux des populations. p25-34 ; rapport d'étude
- Courtois E.A., 2024 – Etude du caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) sur la réserve des pripris de Yiyi : étude pilote pour la préfiguration d'un suivi à long terme. Société Herpétologique de France, ENIA, Sépanguy, 15 p.
- Ouboter P.E. Nanhoe L.M.R, (1989). Notes on the dynamics of a population of *Caiman crocodilus* in Northern Suriname and its implication for management. Biological Conservation. 48:243f264.
- Veinante F. (2018) Étude de la population de caïmans sur les pripris de Yiyi Rapport Sepangu

Annexe VI. « Suivi du caïman à lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : Rapport 2024-2025 »

SUIVI DU CAIMAN A LUNETTES (*CAIMAN CROCODILUS*) ET DU CAIMAN NOIR (*MELANOSUCHUS NIGER*) SUR LA RESERVE DES MARAIS DE KAW-ROURA :
Rapport 2024-2025

Titre : Suivi du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : Rapport 2024-2025

Client : RNNKR

Interlocuteur : Cristina Marquès Ferri

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97351 Matoury, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Nous remercions l'ensemble des agents de la RNNKR pour la prise de données sur le terrain.

Référence à utiliser : Courtois E.A., 2025 – Suivi du caïman a lunettes (*Caiman crocodilus*) et du caïman noir (*Melanosuchus niger*) sur la réserve des marais de Kaw-Roura : Rapport 2024-2025. Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 10 p.

Table des matières

Liste des Figures et des Tableaux	4
Contexte	5
Protocole	5
Récolte des données	5
Résultats	7
Analyse en « Site occupancy »	7
Analyse en « N-mixture »	8
Conclusions et préconisations	10

Liste des Figures et des Tableaux

Figure 1 - Localisation des deux transects de suivi sur la RNN	5
Figure 2 - Localisation des observations de caïmans à lunette (à gauche) et caïmans noirs (à droite) sur l'ensemble des deux années.	6
Figure 3 - Probabilité de détection pour les deux espèces et les deux années pour la zone de marais (T1) et la zone de rivière (T2).....	8
Figure 4 - Nombre d'individus moyen par transect de 200 m pour le caïman noir à gauche et pour le caïman à lunette à droite. Les valeurs sont différentes pour chaque habitat (transect 1 marais, transect 2 rivière).	9
Tableau 1 - Nombre d'individus par espèce et par année.	6
Tableau 2- Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte un effet du transect T (T1 ou T2) et ou de l'année An (2024 ou 2025) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi).....	7
Tableau 3 - Sélection de modèle en N-mixture en prenant en compte ou non un effet du transect (T) ou de l'année (An) sur la probabilité de détection (p) ou le nombre d'individus (N) estimé (N). 9	9

Contexte

La Réserve Naturelle des Marais de Kaw-Roura (RNNKR) est la troisième plus grande réserve française, par sa surface (94 700 Ha). Elle est actuellement co-gérée par la Conservatoire des Espaces Naturels (CEN) Guyane ainsi que par les mairies de Roura et Régina. La présence de la **plus grande population connue en Guyane de caïmans noirs** (*Melanosuchus niger*) a largement motivé à l'époque la création de cette réserve. On y retrouve également une importante population de caïmans à lunettes (*Caiman crocodilus*) et la présence plus occasionnelle de caïmans rouges (*Paleosuchus palpebrosus*). Des comptages de caïmans ont été réalisés à intervalles irréguliers depuis plus de 20 ans sur le site mais l'absence d'un protocole validé statistiquement ne permet aujourd'hui pas de déterminer la tendance des populations de caïmans sur le site. En 2024, une étude pilotée menée sur la RNN a abouti à la proposition d'un protocole de suivi en site occupancy (présence/absence) et N-mixture (comptages répétés). Le présent rapport présente les résultats des années 2024 et 2025.

Protocole

Récolte des données

Deux transects ont été définis dans la zone accessible entre l'embouchure de la rivière de Kaw et la confluence avec la crique Wapou totalisant un linéaire de 40 km environ (Figure 1). Chacun de ces transects a été parcouru **4 fois par an** de nuit entre 20 h et 02 h en pirogue à faible vitesse avec 2 personnes équipées de lampes frontales puissantes et formées à la détection des caïmans

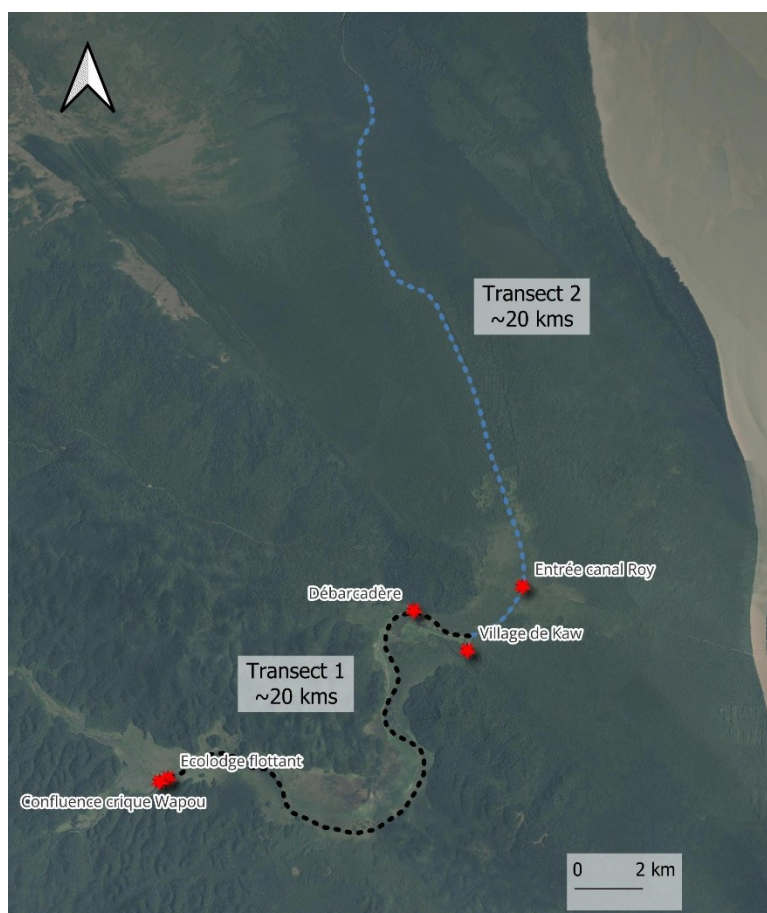


Figure 1 - Localisation des deux transects de suivi sur la RNN



Figure 2 - Localisation des observations de caïmans à lunette (à gauche) et caïmans noirs (à droite) sur l'ensemble des deux années.

Au total, 1501 caïmans ont été détectés sur les 4 passages (Tableau 1) avec une **majorité (N = 853) de caïmans à lunettes** et une fréquence moins importante (**N = 290) de caïmans noirs (N = 108)**. A noter la proportion importante (**N = 348 soit 24% des observations) de caïmans pour lesquels l'espèce n'a pu être déterminée sur le terrain.**

Tableau 1 - Nombre d'individus par espèce et par année.

Espèce	2024	2025	Total	Pourcentage
<i>Caiman crocodilus</i>	341	512	853	57%
<i>Melanosuchus niger</i>	108	182	290	19%
Non déterminée	140	218	358	24%
	589	912	1501	

Pour les analyses en site occupancy et N-mixture, les transects ont été divisé en **196 transects de 200 m**. En 2024, afin de s'affranchir de la problématique posée par les caïmans pour lesquelles l'espèce n'a pas pu être déterminée sur le terrain, nous avons décidé d'écarter de l'analyse les sous-transects de 200 m pour lesquels des individus non déterminés avaient été observés pendant le suivi. Au vu du grand nombre de données d'espèces indéterminés sur les transects sur 2024 ou

2025, il n'est plus possible d'utiliser cette méthodologie en multi-année. Nous avons donc décidé de **conserver l'ensemble des transects**. A noter que cette proportion importante d'individus dont l'espèce n'a pas pu être déterminée sur le terrain peut impacter les estimations des probabilités de détection et d'occupation ainsi que les abondances moyennes. Nous avons réalisé les analyses **sans distinction de catégories d'âge** car le nombre de données pour lesquelles l'information est manquante est trop élevée.

Résultats

Analyse en « *Site occupancy* »

Nous avons comparé plusieurs modèles pour les 2 espèces (*C. crocodilus* et *M. niger*) prenant en compte ou non un effet du transect (T1 soit zone amont dans un milieu de type « marais » et T2 soit zone aval dans un milieu de type « rivière ») et/ou de l'année (2024, 2025) sur la probabilité de détection ou d'occupation. Le modèle le plus probable pour le caïman à lunette est celui prenant en compte **un effet du transect et de l'année sur la probabilité de détection et un effet du transect sur la probabilité d'occupation** (Tableau 2). Pour le caïman noir, il s'agit du modèle avec seulement **un effet du transect et de l'année sur la probabilité de détection** (Tableau 2).

Tableau 2- Sélection de modèle en site occupancy (présence/absence) en prenant en compte un effet du transect T (T1 ou T2) et ou de l'année An (2024 ou 2025) sur la probabilité de détection (p) ou la probabilité d'occupation (phi).

<i>C. crocodilus</i>			
modèles	nPars	AIC	delta
p(T*An)phi(T)	6	1762.98	0
p(T*An)phi(T*An)	8	1763.88	0.9
p(T*An)phi(.)	5	1778.16	15.18
p(An)phi(.)	3	1868.34	105.36
p(.)phi(.)	2	1879.83	116.85
<i>M. niger</i>			
modèles	nPars	AIC	delta
p(T*An)phi(.)	5	924.92	0
p(T*An)phi(T)	6	926.92	2
p(T*An)phi(T*An)	8	928.07	3.15
p(An)phi(.)	3	928.57	3.64
p(.)phi(.)	2	931.91	6.98

Pour les 2 espèces, la **probabilité de détection** (probabilité de détecter au moins un caïman sur un linéaire de 200 m sachant qu'il y est présent) estimée avec ces modèles indique une probabilité de détection supérieure pour la zone de rivière (T2 zone aval) en 2025 par rapport à 2024 (Figure 3). Par rapport aux résultats de 2024, quatre passages sont donc bien cohérents pour les deux zones.

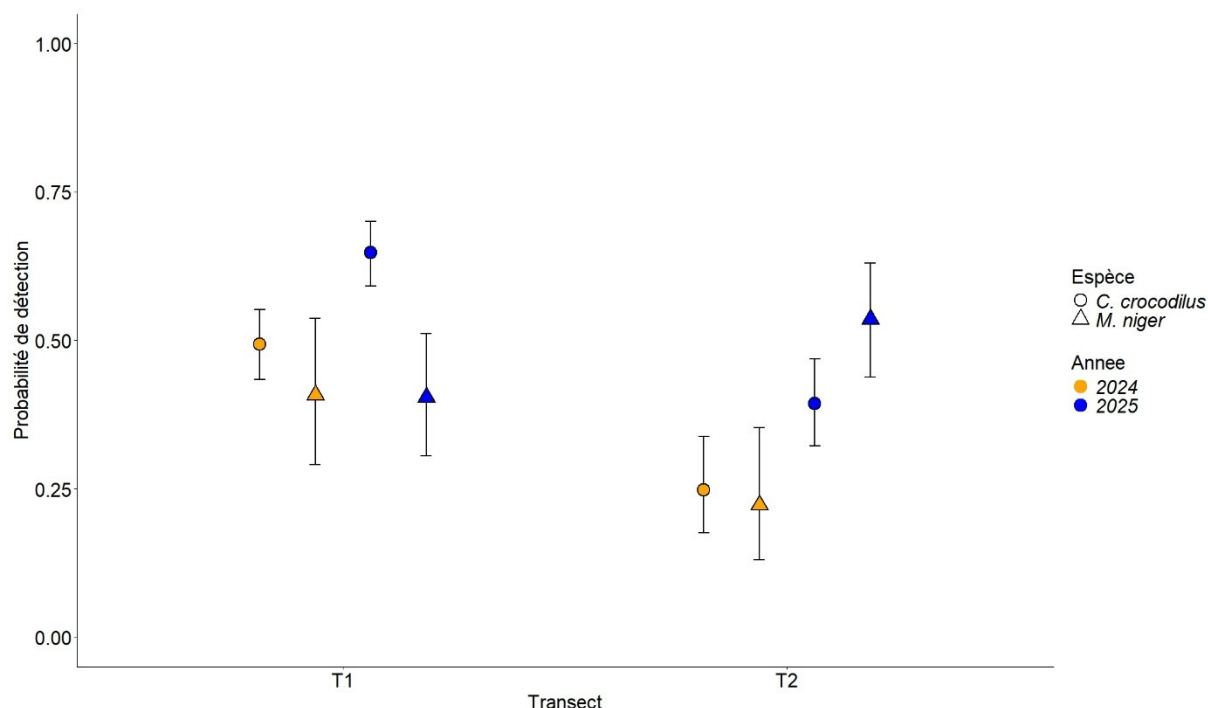


Figure 3 - Probabilité de détection pour les deux espèces et les deux années pour la zone de marais (T1) et la zone de rivière (T2).

En utilisant ces modèles, on estime **une probabilité d'occupation de *C. crocodilus*** (i.e. la probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 200 m) à **0.88 [IC 95% 0.81 – 0.92] pour la zone de marais (T1) et 0.59 [IC 95% 0.48 – 0.69] pour la zone de rivière (T2)**. Pour le caïman noir (*M. niger*) la probabilité d'occupation est similaire dans les deux milieux et estimée à **0.29 [IC 95% 0.23-0.34]**. Pour les deux espèces, les probabilités d'occupation ne dépendent pas de l'année.

Analyse en « *N-mixture* »

De la même manière, nous avons comparé plusieurs modèles pour les 2 espèces (*C. crocodilus* et *M. niger*) prenant en compte ou non un effet du transect (T1 soit zone amont dans un milieu de type « marais » et T2 soit zone aval dans un milieu de type « rivière ») ou de l'année sur la probabilité de détection ou l'abondance moyenne. Le modèle le plus probable pour le caïman à lunettes est celui prenant en compte **un effet du transect et de l'année sur les probabilités de détection et l'abondance moyenne** (Tableau 3). Pour le caïman noir, il s'agit du modèle avec **un**

effet du transect et de l'année sur la probabilité de détection et un effet du transect sur l'abondance moyenne (Tableau 3).

Tableau 3 - Sélection de modèle en N-mixture en prenant en compte ou non un effet du transect (T) ou de l'année (An) sur la probabilité de détection (p) ou le nombre d'individus (N) estimé (N).

<i>C. crocodilus</i>			
modèles	nPars	AIC	delta
p(T*An)N(T*An)	8	2909.56	0
p(T*An)N(T)	6	2916.36	6.8
p(T*An)N(.)	5	2954.76	45.2
p(An)N(.)	3	3021.88	112.32
p(.)N(.)	2	3032.52	122.96
<i>M. niger</i>			
modèles	nPars	AIC	delta
p(T*An)N(T)	6	1469.16	0
p(T*An)N(T*An)	8	1471.82	2.66
p(T*An)N(.)	5	1474.74	5.58
p(An)N(.)	3	1478.53	9.37
p(.)N(.)	2	1488.53	19.37

En utilisant ces modèles, la probabilité de détection suit le même patron que pour les modèles de site occupancy indiquant une probabilité de détection supérieure pour la zone de marais (T1 zone amont) par rapport à la zone de rivière (T2 zone aval). Le nombre moyen d'individus est plus important pour le caïman noir dans la zone de rivière (T2) et pour le caïman à lunette dans la zone de marais (T1) (Figure 4).

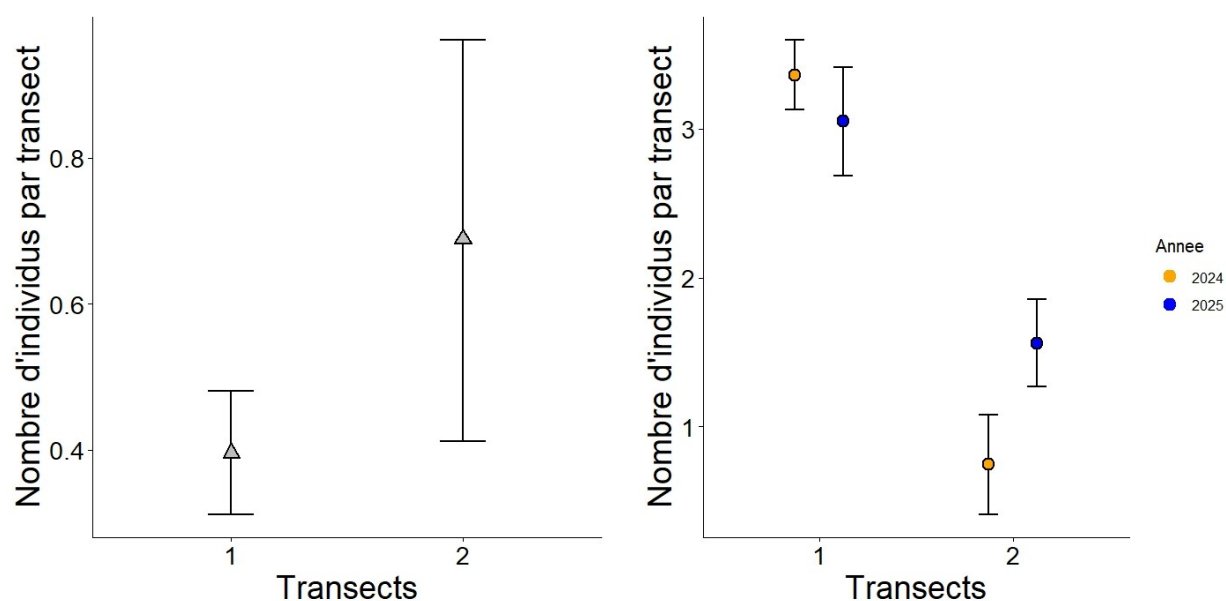


Figure 4 - Nombre d'individus moyen par transect de 200 m pour le caïman noir à gauche et pour le caïman à lunette à droite. Les valeurs sont différentes pour chaque habitat (transect 1 marais, transect 2 rivière).

Conclusions et préconisations

Dans la continuité de l'étude menée en 2024 (Courtois 2024), cette étude a permis de valider un protocole pour le suivi des deux espèces de caïman sur la RNN. Il est primordial que :

- (1) Les transects soient pérennisés et réalisés de la même manière chaque année
- (2) Le suivi soit réalisé annuellement au moins pendant 5 ans et toujours à la même période avant d'envisager de passer à une fréquence plus faible (tous les 2 ans par exemple).
- (3) Le nombre d'individus non identifiés à l'espèce soit réduit au maximum quitte à réduire la taille des transects et à prendre plus de temps pour avaliser les identifications.

Annexe VII. « Rapport de suivi par site occupancy / N-mixture sur la Podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) 2024-2025 »

Rapport de suivi par site occupancy /
N-mixture sur la podocnémide de
Cayenne (*Podocnemis unifilis*)

2024-2025



ENIA

Expertise Naturaliste
Instrumentation et Analyse
Elodie COURTOIS



Titre Rapport de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) 2024-2025

Maitre d'œuvre : Société Herpétologique de France (SHF)

Prestataire : ENIA

Auteur : Courtois Elodie¹

1 ENIA (Expertise Naturaliste, Instrumentation et Analyse), 97300 Cayenne, Guyane Française
courtoiselodie@gmail.com

Remerciements : Cette étude a été financée dans le cadre du projet POP Antilles/Guyane, coordonné par la SHF et financé par l'OFB et l'UMS Patrinat. Elle a été rendue possible par l'implication des acteurs Kwata, Parc Amazonien de Guyane et RNN des marais de Kaw-Roura ayant réalisé la prise de données sur le terrain.



Référence à utiliser : Courtois E.A., 2026 – Rapport de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) 2024-2025. Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 8 p.

Table des matières

Liste des Figures et Tableaux	3
Contexte	4
Protocole	5
Analyse des données	5
Analyse 2025 – tous les sites	6
Site occupancy	6
N-mixture	7
Analyse 2024-2025 – Comté, Approuagues, Rivière de Kaw	8
Site occupancy	8
N-mixture	8
Conclusion et Perspectives	9

Liste des Figures et Tableaux

Figure 1 - Probabilité de détection (en orange à gauche) et d'occupation (en bleu à droite) pour l'année 2025 pour les 4 fleuves.	6
Figure 2 - Nombre d'individus par sous transects (en haut) et moyenné par fleuve (en bas).	7
Figure 3 - Probabilité de détection (en orange à gauche) et d'occupation (en bleu à droite) pour les années 2024 et 2025 pour les 3 fleuves Comté, Approuagues et rivière de Kaw.	8
Figure 4 - Nombre moyen d'individus par unité de 1 km par année et par fleuve pour les 3 fleuves Approuagues (App), Comté et rivière de Kaw (RivKaw).	9
Tableau 1 - Nombre d'individus détectés par année et par transect.	5
Tableau 2 - Comparaison des modèles de site occupancy avec un effet du fleuve (FLEUVE) sur la probabilité de détection (p) et la probabilité d'occupation (phi).	6
Tableau 3 - Comparaison des modèles de N-mixture avec un effet de la localisation du transect (loc) sur la probabilité de détection individuelle (p) et l'abondance moyenne (N).	7
Tableau 4 - Sélection de modèle de site occupancy pour le second jeu de données (3 fleuves, 2 années).	8
Tableau 5 - Sélection de modèle de N-mixture pour le second jeu de données (3 fleuves, 2 années).	9

Contexte

La podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*) est une tortue fluviatile largement distribuée en Amérique du Sud, de la Colombie au Brésil en passant par le plateau des Guyanes. Toutefois, la réduction importante (20% au moins) de ses populations au cours des 10-15 dernières années liée aux prélèvements, au déclin de son aire d'occupation, et à la diminution de la qualité de ses habitats (orpaillage, déforestation, projets hydroélectriques), l'a conduite à être classée comme Vulnérable sur les listes rouges UICN mondiale. En Guyane Française, la répartition de l'espèce s'étend sur les lits majeurs de l'Oyapock, de l'Approuague et de la Comté ainsi que de leurs affluents. L'espèce est présente également le long des rivières dans les savanes inondées de la réserve naturelle de Kaw-Roura. Quelques observations récentes suggèrent également la présence de l'espèce sur le fleuve Kourou et dans les savanes inondées de Guatemala. Bien qu'elle soit intégralement protégée avec habitat en Guyane, elle souffre de braconnage des œufs et de chasse des adultes. Sur l'Approuague, les sites de ponte, a priori rares et localisés, sont très bien connus des populations de Régina qui les exploitent annuellement. Sur l'Oyapock, les œufs sont également collectés et les adultes tués au fusil pour la consommation de viande. Elle est également considérée comme Vulnérable sur la liste rouge UICN régionale.

Les analyses réalisées en 2024 dans le cadre du projet POP ont montré que l'utilisation des indices d'abondance pour le suivi de cette espèce n'est pas une bonne stratégie à long terme et recommandait le passage à un protocole en « Site occupancy » et « N-mixture ». Les résultats du test de ce protocole pour les fleuves Comté, Approuagues et rivière de Kaw ont montrés (Courtois 2025¹) qu'il serait bien adapté pour un suivi à long terme de l'espèce. Afin de prendre en compte la probabilité de détection plus faible pour le fleuve Approuagues, cette étude recommandait de conserver au 4 passages par transect. Les résultats pour le fleuve Oyapock n'ont pas permis une bonne estimation pour ce site et des adaptations ont été réalisées en 2025. Dans le présent rapport, nous présentons (1) une analyse sur l'ensemble des fleuves pour l'année 2025 uniquement, (2) une comparaison 2024-2025 en excluant le fleuve Oyapock.

¹ **Courtois E.A., 2025** – Test d'un protocole de suivi par site occupancy / N-mixture sur la podocnémide de Cayenne (*Podocnemis unifilis*). Société Herpétologique de France, ENIA, RNNKR, 8 p.

Protocole

Six transects ont été définis sur 4 fleuves (Oyapock, Approuagues, Comté et rivière de Kaw), couvrant une partie des fleuves utilisés par l'espèce en Guyane. Ces transects varient entre 19 et 73 km totalisant 237 kms. Chaque transect a été parcouru 4 fois par an entre juillet et novembre 2025 entre 9H et 17H30 en se plaçant au maximum dans de bonnes conditions d'observation de l'espèce. Deux observateurs munis de jumelles étaient en charge de la détection des individus et de la saisie des données sur une pirogue se déplaçant à vitesse réduite. A chaque passage, tous les individus détectés de *P. unifilis* ont été noté avec les paramètres suivants : géolocalisation précise, date et heure, estimation de la taille (Petite / Moyenne / Grande), rive sur laquelle se trouve l'individu et support d'insolation. Les transects de la Comté en 2024 et de l'Approuagues amont en 2025 n'ont été parcourus que 3 fois pour des raison logistiques. Au total, 937 individus de l'espèce ont été détectés sur les 2 années (Tableau 1). Quelques données ont été écartées pour des imprécisions de localisations et l'analyse finale a porté sur 928 observations.

Tableau 1 - Nombre d'individus détectés par année et par transect.

Transect	2024	2025
Approuagues amont	25	9
Approuagues aval	24	40
Comte	74	181
Oyapock amont	9	2
Oyapock aval		32
RivKaw_amont		249
RivKaw_aval	91	201
Total	223	714

Analyse des données

Les transects ont été redécoupés en sous transects **de 1 kms²**, totalisant 235 unités (une unité étant représenté par un linéaire de 1 km de fleuve) en 2025. Ce jeu de données (235 unités, 4 passages) a été utilisé pour mener une analyse en site occupancy (présence/absence) et en N-mixture (comptages répétés) similaire à celle menée en 2024 mais avec une meilleure

² Dans l'étude de 2024, une unité de transect de 2kms avait été testée. Afin d'améliorer la précision des estimations de nombre d'individus moyens par transect, nous avons décidé d'arrêter finalement une unité d'1 km. Ceci ne modifie que légèrement les estimations et n'augmente pas le risque d'erreur d'assignement.

représentativité du fleuve Oyapock. Un second jeu de données excluant le fleuve Oyapock (130 unités, 4 passages / an, 2 années) a également été utilisé pour comparer les estimations annuelles.

Analyse 2025 – tous les sites

Site occupancy

Des modèles prenant ou non en compte un effet du fleuve (facteur à 4 localités : Rivière de Kaw, Comté, Approuagues et Oyapock) sur la probabilité de détection et/ou d'occupation ont été comparés. Le modèle le plus adapté aux données et celui prenant en compte un effet du transect sur la probabilité de détection (Tableau 2).

Tableau 2 - Comparaison des modèles de site occupancy avec un effet du fleuve (FLEUVE) sur la probabilité de détection (p) et la probabilité d'occupation (ϕ).

modèle	nPars	AIC	delta
$p(\text{FLEUVE})\phi(\text{FLEUVE})$	8	777.29	0
$p(.)\phi(\text{FLEUVE})$	5	789.45	12.16
$p(\text{FLEUVE})\phi(.)$	5	812.64	35.35
$p(.)\phi(.)$	2	935.58	158.28

En utilisant ce modèle, la probabilité de détection (probabilité de détecter au moins un individu de *P. unifilis* sur un linéaire de 1 km de fleuve sachant qu'elle y est présente) est estimée inférieure pour les fleuves Approuagues et Oyapock (0.29 [IC95% 0.18-0.42] et 0.23 [IC95% 0.12-0.39] respectivement) et élevée pour le fleuve Comté et la rivière de Kaw (0.48 [IC95% 0.58-0.67] et 0.66 [IC95% 0.58-0.73] respectivement) (Figure 1). La probabilité d'occupation (probabilité que l'espèce soit présente sur un linéaire de 2 kms de fleuve) est plus forte pour la Comté et la rivière de Kaw par rapport à l'Approuagues et l'Oyapock (Figure 1).

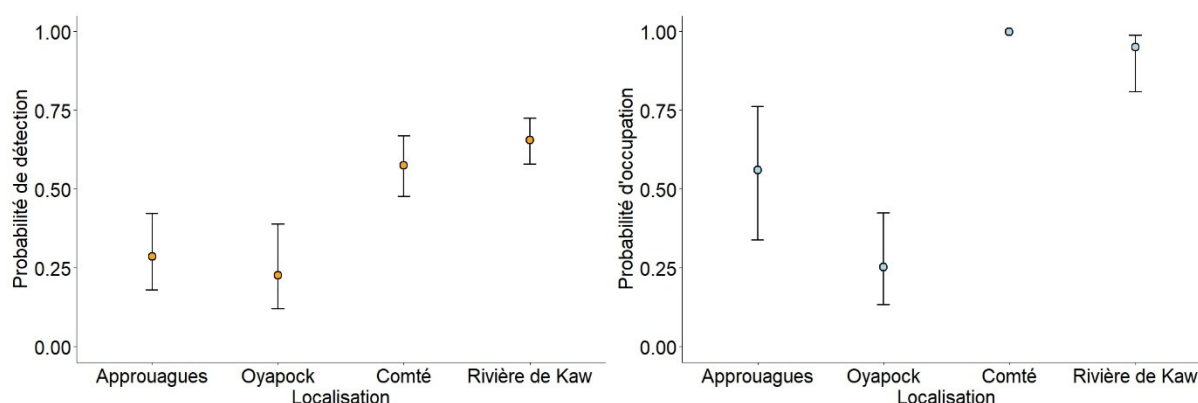


Figure 1 - Probabilité de détection (en orange à gauche) et d'occupation (en bleu à droite) pour l'année 2025 pour les 4 fleuves.

A noter que les estimations pour le fleuve Oyapock ont été rendue possible avec l'amélioration du protocole contrairement à l'année 2024 (Courtois 2024).

N-mixture

Les mêmes modèles prenant en compte ou non un effet du fleuve sur le nombre d'individus ont été comparés. Dans ce cas, le meilleur modèle est celui prenant en compte un effet du fleuve uniquement sur la probabilité de détection (Tableau 3). La probabilité de détection (i.e. probabilité de détecter un individu en particulier) est estimée à 0.16 [IC 95% 0.13-0.21]. En utilisant ce modèle, on estime une abondance entre 0 et 38 individus par transect de 1 kms (Figure 2) pour une abondance moyenne de 4.2 individus pour 1 km de linéaire de fleuve. Cette valeur est plus importante pour les fleuves Comté et rivière de Kaw que pour l'Approuagues et l'Oyapock (Figure 2)

Tableau 3 - Comparaison des modèles de N-mixture avec un effet de la localisation du transect (loc) sur la probabilité de détection individuelle (p) et l'abondance moyenne (N).

modèle	nPars	AIC	delta
$p(.)N(\text{FLEUVE})$	5	1862.6	0
$p(\text{FLEUVE})N(\text{FLEUVE})$	8	1867.99	5.4
$p(\text{FLEUVE})N(.)$	5	1882.1	19.5

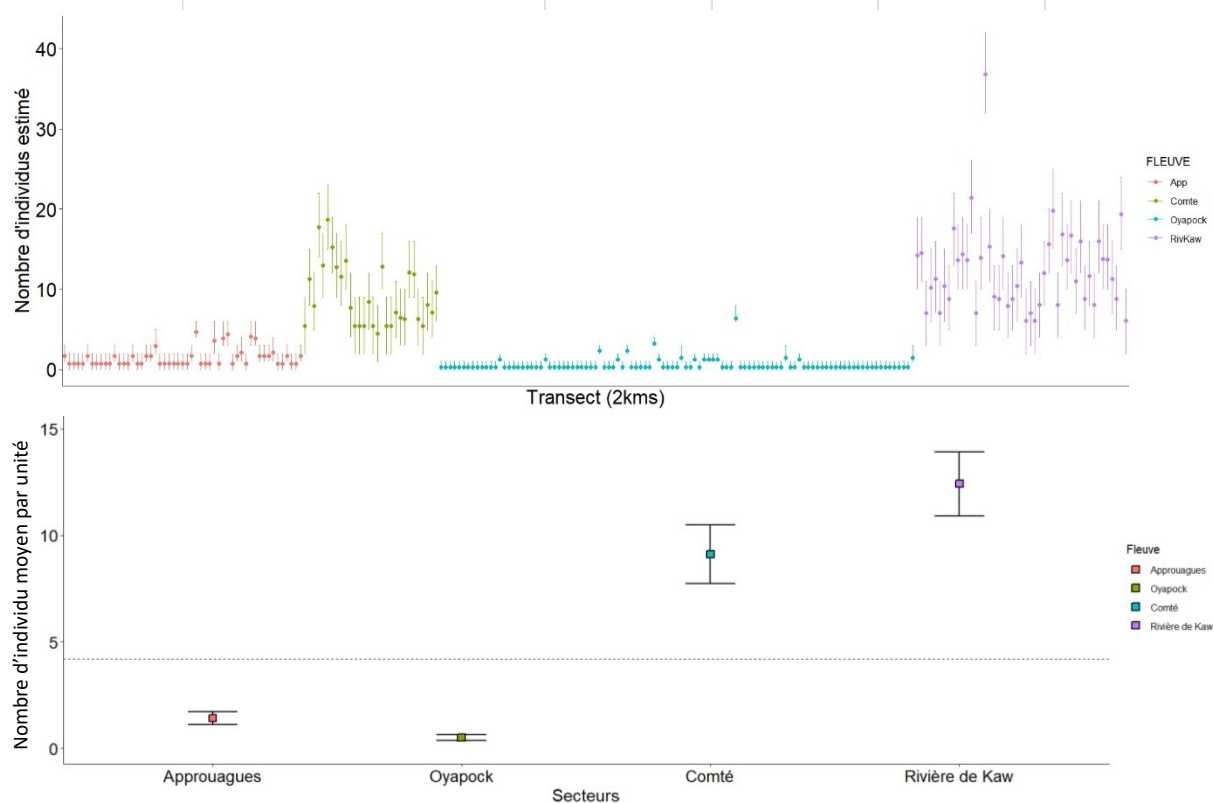


Figure 2 - Nombre d'individus par sous transects (en haut) et moyenné par fleuve (en bas).

Analyse 2024-2025 – Comté, Approuagues, Rivière de Kaw

Site occupancy

On compare plusieurs modèles prenant ou non en compte un effet de l'année et/ou du fleuve sur les probabilités de détection ou d'occupation (Tableau 4). Le meilleur modèle est celui prenant en compte un effet du fleuve sur la probabilité de détection et de l'année sur la probabilité d'occupation (Tableau 4). Une stabilité apparente des probabilités d'occupation globale se dégage sur les premières données mais (1) plus d'année de suivi avec ce même protocole sont nécessaire pour évaluer la variabilité du système et (2) les transects du fleuve Oyapock ne sont pas pris en compte (problèmes lors de l'année 2024) (Figure 3).

Tableau 4 - Sélection de modèle de site occupancy pour le second jeu de données (3 fleuves, 2 années).

modèle	nPars	AIC	delta
p(FLEUVE)phi (ANNEE*FLEUVE)	9	1085.26	0
p(FLEUVE)phi (ANNEE)	5	1086.22	0.95
p(FLEUVE)phi (.)	4	1105.95	20.69
p(.)phi (ANNEE*FLEUVE)	7	1121.55	36.29
p(.)phi (ANNEE)	3	1160.21	74.95
p(.)phi (.)	2	1168.7	83.44

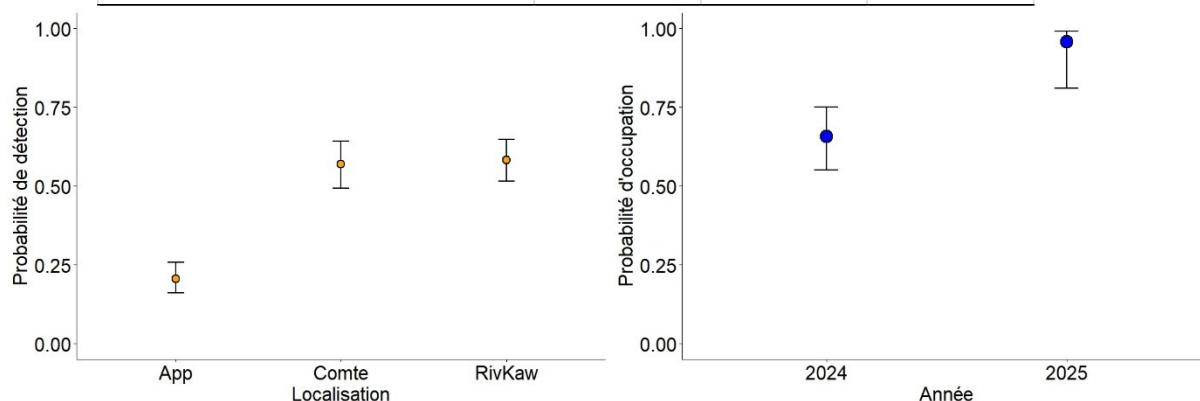


Figure 3 - Probabilité de détection (en orange à gauche) et d'occupation (en bleu à droite) pour les années 2024 et 2025 pour les 3 fleuves Comté, Approuagues et rivière de Kaw.

N-mixture

On compare de la même manière plusieurs modèles prenant ou non en compte un effet de l'année et/ou du fleuve sur la probabilité de détection et le nombre d'individus (Tableau 5). Le meilleur modèle est celui avec une probabilité de détection constante (p détection = 0.15 [IC95% 0.11-0.19]) et un nombre d'individu varient en fonction de l'année et du fleuve. On voit ainsi que le nombre d'individu moyen par transect a augmenté entre 2024 et 2025 pour la rivière de Kaw et la

Comté est resté stable pour l'Approuagues (Figure 4). Ces résultats nécessitent la continuité du suivi sur plusieurs années pour pouvoir être interprétés.

Tableau 5 - Sélection de modèle de N-mixture pour le second jeu de données (3 fleuves, 2 années).

modèle	nPars	AIC	delta
p(FLEUVE)N(ANNEE*FLEUVE)	9	2371.74	0
p(.)N(ANNEE*FLEUVE)	7	2372.22	0.48
p(FLEUVE)N(ANNEE)	5	2394.66	22.92
p(FLEUVE)N(.)	4	2500.65	128.91
p(.)N(ANNEE)	3	2609.51	237.77
p(.)N(.)	2	2711.96	340.22

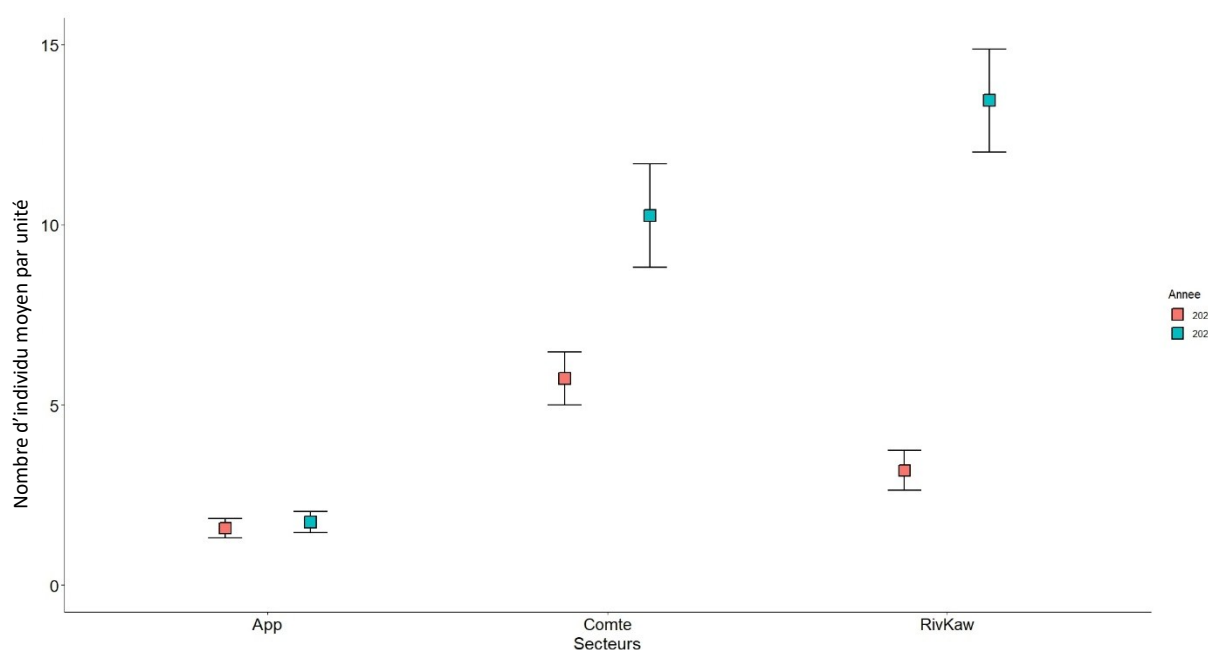


Figure 4 - Nombre moyen d'individus par unité de 1 km par année et par fleuve pour les 3 fleuves Approuagues (App), Comté et rivière de Kaw (RivKaw).

Conclusion et Perspectives

Les analyses 2026 confirment que ce protocole de suivi est bien adapté à cette espèce. Pour obtenir des tendances fiables et robustes, il est primordial de continuer cet effort de suivi pendant plusieurs années en s'attachant à une régularité sur les périodes (entre juillet et novembre) et sur le nombre de passages (4 passages minimum par an). La puissance de ces protocoles étant dépendante de la série temporelle, il ne faudra surtout pas modifier ou stopper le protocole en cas d'année 'atypique'.