



Master 1 Biodiversité Écologie Évolution
Parcours Biodiversité des ÉcoSystèmes Tropicaux
Spécialité Aquatiques, Littoraux, et Insulaires

Année universitaire 2021-2022

Initiation de la mise en place d'un observatoire naturaliste des deux populations d'oiseaux d'eau indigènes nicheurs présentes sur l'Étang de Saint-Paul :

Avec le soutien de l'OFB dans le cadre du programme TeMeUm 2021

Soudarani
GANGAMA

Tutrice de stage

Anne-Gaëlle
LATERRIÈRE

Enseignante référente

Hélène
MAGALON

le héron strié

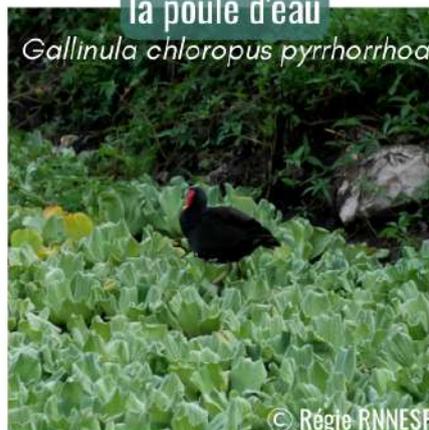
Butorides striata rutenbergi



© Régie RNNESP

la poule d'eau

Gallinula chloropus pyrrhorhoa



© Régie RNNESP

Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de la régie de la Réserve Naturelle Nationale - Etang de Saint-Paul

RÉSUMÉ

Ce rapport porte sur des oiseaux d'eau indigènes nicheurs de La Réunion, le **héron strié** (*Butorides striata rutenbergi*) et la **poule d'eau** (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*). Présents sur l'Étang de Saint-Paul, l'étude fut réalisée sur une partie de cette Réserve Naturelle Nationale (RNNESP), une zone humide labellisée Ramsar. Le site est soumis à des pressions d'origines naturelles (cyclones, précipitations, etc.) et anthropiques (activités de loisirs, espèces exotiques envahissantes (EEE) animales et végétales, etc.). Des actions de lutte contre des EEE végétales aquatiques et terrestres sont faites par le gestionnaire qui peuvent occasionner des dérangements, car certaines de ces EEE végétales constituent des habitats utilisés par ces oiseaux. Il est primordial pour la Régie RNNESP d'observer les lieux de nichages et les comportements de ces espèces sur leurs espaces. Le but est de créer une base de données (vidéos/sons) sur ces espèces, et d'en retirer les éléments comportementaux. Les zones fréquentées par les oiseaux sont relevées, et les horaires où ils semblent être les plus actifs. Ce rapport s'inscrit dans l'initiation de la création d'un observatoire des oiseaux d'eau par la Régie prévu dans son programme d'action 2021 et son futur plan de gestion 2022-2031. Cet observatoire est une première. Ce stage fut l'occasion d'initier ces protocoles, de les tester et tenter d'apporter des perspectives afin d'améliorer l'étude à la mise en place d'un observatoire naturaliste.

Mots-clés : Oiseaux d'eau, Zone humide, Comportements, Pressions anthropiques, Habitats

ABSTRACT

This report focuses on native breeding waterbirds of Reunion Island, the **striated heron** (*Butorides striata rutenbergi*) and the **moorhen** (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*). The study was realised on a part of this National Nature Reserve (RNNESP), a wetland labelled Ramsar. The site is subject to natural (cyclones, rainfall, etc.) and anthropogenic (recreational activities, invasive exotic species (IES) of animals and plants, etc.) pressures. Actions to control aquatic and terrestrial plant IES are carried out by the manager, which can cause disturbances, because some of these plant IES constitute habitats used by these birds. It is essential for the Régie RNNESP to observe the nesting sites and behaviors of these species in their spaces. The goal is to create a database (videos/sounds) on these species and to extract the behavioral elements. The areas frequented by the birds are noted, and the times when they seem to be most active. This report is part of the initiation of the creation of a waterbird observatory by the Régie planned in its 2021 action program and its future 2022-2031 management plan. This observatory is a first. This internship was an opportunity to initiate these protocols, to test them and to try to bring perspectives in order to improve the study to the implementation of a naturalist observatory.

Keywords : Waterbirds, Wetlands, Behaviours, Anthropogenic pressures, Habitats

REMERCIEMENTS

Premièrement, mes remerciements s'adressent à l'UFR Sciences et Technologies de l'Université de La Réunion qui a mis en œuvre cette possibilité d'expérience en milieu professionnel durant cette première année de master.

Puis, je remercie Madame Hélène MAGALON qui a accepté d'être mon enseignante référente dans le cadre de ce stage en cas de problèmes.

Je suis reconnaissante envers Madame Anne-Gaëlle LATERRIÈRE qui m'a proposé ce stage portant sur les oiseaux d'eau indigènes nicheurs de l'Étang de Saint-Paul. Elle, qui a accepté d'être ma tutrice de stage tout en m'accueillant dans son service de Biodiversité et Animations Scientifiques et Culturelles à la Régie de la Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul.

Je remercie également l'équipe d'animateurs écogardes composée de Muriel OSIRIS, Océane VATIN et Alexandre TATEL qui m'ont accompagné tout au long de ce stage.

Je dirige ma gratitude à la chargée de mission scientifique Fanny ALBERTO-PAYET pour son soutien, elle qui m'a accompagné lors des excursions sur le terrain, dirigé et aidé pour le traitement et les analyses de données et suivi pour la rédaction de ce rapport de stage.

Pareillement, je tiens à remercier Monsieur Pascal HOARAU, qui m'a accueilli au sein de la Régie de la Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul, qui est sous sa direction. Merci également à tout le personnel de la Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul, la secrétaire, l'équipe de police, l'équipe de conservation et biodiversité et l'équipe de développement territorial et innovation.

Et pour finir, je tiens à remercier mes proches qui m'ont, dans un premier temps, encouragés à faire la demande pour ce stage, puis en second temps, qui m'ont soutenu par leurs conseils durant tout le processus de ce stage.

LISTE D'ABRÉVIATIONS

ARDA : Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture
DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
ECO-MED : Écologie et Médiation
EEE : Espèces Exotiques Envahissantes
GLOBICE : Groupe Local d'Observation et Identification des Cétacés
ha : hectare
INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel
km² : kilomètre carré
MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle
OFB : Office Français de la Biodiversité
ONCFS : Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONG : Organisation Non Gouvernementale
ORB : Observatoire Régionale de la Biodiversité
RNNESP : Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul
SEOR : Société d'Études Ornithologiques de La Réunion
s. d. : sans date
SIG : Système d'Information Géographique
SINP : Système d'Information de l'inventaire du Patrimoine naturel
SISR : Service d'Information sur les sites Ramsar
SPN : Service du Patrimoine Naturel
SREPEN : Société Réunionnaise pour l'Étude et la Protection de l'ENVironnement
TeMeUm : Terres Mers Ultra-Marines
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ZH : Zone(s) humide(s)
ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

GLOSSAIRE

Observatoire naturaliste : Un observatoire est un dispositif qui intègre une diversité d'intérêts de connaissance et de modes de production des savoirs, et peut contribuer à une normalisation et à une hiérarchisation de cette diversité (Le Marec & Belaën 2012). Un observatoire naturaliste englobe des données naturalistes qui sont un évènement (observation, capture) concernant une espèce (faune, flore) ou un habitat. Il se définit par 3 informations minimum : taxon, date, lieu d'observation ; et par d'autres informations complémentaires : nom de l'observateur, fréquence, etc. Ces données peuvent être de terrain, bibliographiques ou de collections (ORB n.d.).

Oiseaux d'eau/oiseaux aquatiques : Le terme "oiseaux aquatiques" englobe un large groupe d'espèces d'oiseaux qui se nourrissent près de l'eau ou dans l'eau. Il s'agit notamment des oiseaux de rivage qui se nourrissent principalement dans les habitats d'eau salée et des échassiers qui utilisent à la fois les habitats d'eau douce et d'eau saumâtre (Rahman & Ismail 2018).

Pression anthropique : Une pression anthropique est un facteur de stress d'origine humaine provoquant des perturbations, des dommages ou la perte d'un ou plusieurs composants d'un écosystème de manière temporaire ou permanente. Les pressions peuvent être physiques, chimiques ou biologiques (Triplet 2019). Une même pression peut être causée par différentes activités.

Zone humide : Selon, la convention sur les zones humides de Ramsar, les zones humides sont des «étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres» (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2006).

PRÉAMBULE

Dans le cadre de ma première année de master Biodiversité Écologie Évolution (BEE) parcours Biodiversité des ÉcoSystèmes Tropicaux (BEST), spécialisation Aquatiques, Littoraux et Insulaires (ALI) à l'Unité de Formation et de Recherche Sciences et Technologies (UFR ST) de l'Université de La Réunion (UR), j'ai eu l'opportunité de réaliser un stage de trente-neuf jours, allant du 01 décembre 2021 au 10 juin 2022, à la Régie Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul (RNNESP).

Ce rapport de stage porte sur une initiation à la mise en place d'un observatoire naturaliste des deux populations d'oiseaux d'eau indigènes nicheurs présentes sur l'Étang de Saint-Paul : le **héron strié** (*Butorides striata rutenbergi*), et la **poule d'eau** (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*).

En 2021-2022 (sur une durée d'un an), le projet est soutenu par le programme Terres et Mers Ultramarines (TeMeUm). Il est coordonné par l'Office Français de la Biodiversité (OFB). Le programme intervient dans la gestion des écosystèmes terrestres, aquatiques et marins, par la protection des espèces. Le but est de sensibiliser et valoriser la biodiversité auprès du public. Le programme TeMeUm soutient des micro-projets avec des financements entre 1 000 et 10 000 euros pour une année, dans des territoires d'outre-mer. Ces projets ont pour objectifs : de préserver ou de restaurer la biodiversité, d'améliorer les conditions de gestion, et de sensibiliser.

Pour ce lancement de projet en 2021 par la Régie de la RNNESP, TeMeUm a permis le financement de l'acquisition de matériels. Ce stage s'inscrit dans l'initiation de ce lancement. Suite à ce projet de 2021 à 2022, la Régie projette de mettre en place l'observatoire naturaliste pour le plan de gestion de 2022-2031.

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION.....	<i>p.1</i>
	A. Situation des zones humides dans le monde.....	<i>p.1</i>
	B. Situation des zones humides à La Réunion.....	<i>p.1</i>
	1. Fonctions des zones humides de La Réunion.....	<i>p.1</i>
	2. Menaces sur les zones humides de La Réunion.....	<i>p.1</i>
	C. Situation de la RNNESP.....	<i>p.2</i>
	1. Description de la RNNESP.....	<i>p.2</i>
	2. Pressions naturelles et anthropiques.....	<i>p.2</i>
	3. Création et gestion de la RNNESP	<i>p.3</i>
	D. Espèces d’oiseaux d’eau de la RNNESP	<i>p.4</i>
	1. Le héron strié.....	<i>p.5</i>
	2. La poule d’eau.....	<i>p.6</i>
	3. La répartition des oiseaux d’eau de l’Étang de Saint-Paul : études antérieures et biais.....	<i>p.7</i>
	E. Projet global de la RNNESP et objectifs du stage	<i>p.8</i>
	F. Hypothèses et attendus du stage	<i>p.8</i>
II.	MATÉRIELS ET MÉTHODES	<i>p.9</i>
	A. Site de l’étude.....	<i>p.9</i>
	B. Caractérisation des secteurs	<i>p.10</i>
	C. Recueil de données	<i>p.11</i>
	1. Données vidéographiques	<i>p.11</i>
	2. Données sonores.....	<i>p.11</i>
	3. Données photographiques.....	<i>p.12</i>
	4. Déroulement de la pose des matériels.....	<i>p.12</i>
	D. Traitements des données	<i>p.12</i>
	1. Données vidéographiques.....	<i>p.13</i>
	2. Données sonores.....	<i>p.13</i>
	E. Analyses des données	<i>p.13</i>
	1. Données vidéographiques.....	<i>p.13</i>
	2. Données sonores.....	<i>p.14</i>

III.	RÉSULTATS	<i>p.14</i>
	A. Données vidéographiques	<i>p.14</i>
	1. Le héron strié.....	<i>p.14</i>
	2. La poule d'eau.....	<i>p.16</i>
	3. Autres observations.....	<i>p.19</i>
	B. Données sonores	<i>p.20</i>
IV.	INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS VIDÉOS	<i>p.20</i>
	A. Habitats préférentiels	<i>p.20</i>
	B. Comportements	<i>p.20</i>
	1. Le héron strié.....	<i>p.20</i>
	2. La poule d'eau.....	<i>p.21</i>
	C. Heures d'activité	<i>p.21</i>
V.	DISCUSSION	<i>p.21</i>
	A. Données vidéographiques	<i>p.21</i>
	1. Le héron strié.....	<i>p.22</i>
	2. La poule d'eau.....	<i>p.22</i>
	3. Autres observations	<i>p.23</i>
	B. Données sonores	<i>p.24</i>
VI.	CONCLUSION	<i>p.24</i>
	A. Réussite de l'étude	<i>p.24</i>
	B. Perspectives	<i>p.24</i>
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	<i>p.26</i>
	SOMMAIRE DES ANNEXES	<i>p.29</i>
	ANNEXES	<i>p.31</i>

I. INTRODUCTION

A. Situation des zones humides dans le monde

Dès l'ère pré-industrielle, les activités humaines ont provoqué l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Finlayson et al. 2006). Ce fait, couplé aux forces naturelles, a contribué à modifier le climat de la planète avec des augmentations des températures de surface, des changements des schémas spatiaux-temporels des précipitations et une élévation du niveau de la mer (Finlayson et al. 2006). Ces bouleversements ont impacté les zones humides (ZH) et leurs biotopes en modifiant des périodes de reproduction des espèces et leur migration, la durée de la saison de croissance, ainsi que la fréquence des épidémies (parasites, maladies). Ces bouleversements sont particulièrement dans les régions côtières et dans les hautes altitudes (Finlayson et al. 2006). Ces changements augmentent le risque d'extinction d'espèces vulnérables (Finlayson et al. 2006) et la dégradation, voire la perte des ZH qui ont eu des effets négatifs sur les oiseaux d'eau qui utilisent ses habitats (Ma et al. 2010).

B. Situation des zones humides à La Réunion

Sur l'île de La Réunion, il existe vingt-trois ZH dont trois étangs littoraux (Régie RNNESP & Biotope 2015) : l'Étang du Gol au sud, l'Étang de Bois-Rouge à l'est, et l'Étang de Saint-Paul à l'ouest (Lacoste & Picot 2009b)(ANNEXE 1).

1. Fonctions des zones humides de La Réunion

La majorité des fonctions des ZH réunionnaises identifiées sont d'ordre biologique et/ou hydraulique (Lacoste & Picot 2009a).

D'après le rapport de (Lacoste & Picot 2009a), les ZH de La Réunion :

- sont des réservoirs de biodiversité avec un important patrimoine floristique dont des espèces patrimoniales en présence ne peuvent s'affranchir des conditions abiotiques propres à ses zones ;
- permettent de maîtriser des crues avec l'absorption de l'excédent hydrique comme les prairies humides dominées par des espèces végétales répandues et complexes marécageux liés aux étangs.

Certaines des zones peuvent être d'importance internationale Ramsar. Cette labellisation, qui, en reconnaissant les fonctions écologiques fondamentales et leurs valeurs économiques, culturelles, scientifiques et récréatives, favorise la conservation et l'utilisation durable de ces zones visant à enrayer la dégradation et leur perte (Lacoste & Picot 2009a).

2. Menaces sur les zones humides de La Réunion

Quelques ZH proches des zones anthropisées souffrent d'une pression foncière. Les activités humaines causent des pollutions chroniques, la perte de surfaces, la fragmentation des habitats, qui impactent le fonctionnement de ces écosystèmes (Lacoste & Picot 2009a). Cette pression pourrait être limitée par une réglementation stricte et une prise de conscience collective de l'intérêt de ces zones (Lacoste & Picot 2009a).

Aujourd'hui, une autre menace pèse sur le maintien des ZH : l'expansion des espèces exotiques envahissantes (EEE) animales et végétales. L'expansion des EEE diffère selon les zones humides. Les EEE plus compétitives répriment la régénération des espèces indigènes ce qui entraîne la diminution drastique de la diversité biologique des zones concernées (Lacoste & Picot 2009a). Des actions de lutte sont menées afin de limiter l'expansion de ces EEE (Lacoste & Picot 2009a). Les ZH font face également à des incendies et des piétinements par les troupeaux bovins des pelouses altimontaines. Ces derniers entraînent une perte de richesse spécifique et des fonctions remplies par les ZH sont plus ou mal assurées (Lacoste & Picot 2009a). Des actions pour prévenir les incendies ainsi que pour maîtriser le pâturage non contrôlé existent (Lacoste & Picot 2009a).

C. Situation de la RNNESP

1. Description de la RNNESP

Localisé dans l'ouest de l'île de La Réunion, le site est la plus grande ZH littorale protégée de l'archipel des Mascareignes. Le site de l'Étang de Saint-Paul est une enclave naturelle humide au cœur d'une ville en zone sèche. Selon la Régie RNNESP & Biotope (2015), son fonctionnement hydrologique est déterminé par : les apports en eau de surface ; les relations avec les eaux souterraines ; le contrôle sur les niveaux réalisé par le cordon littoral, sous l'influence des conditions marines ; la morphologie de la zone humide ; et le phénomène d'évaporation.

Le site de l'Étang de Saint-Paul est situé au pied de la planèze du Grand Bénare (106 km²) qui est le plus grand bassin versant de l'île (Blanchard 1993, Robert 2021). Les principales ravines non-pérennes, de ce bassin versant (Ravine Bernica, Divon, etc.), alimentent l'étang lors d'événements pluvieux (Blanchard 1993, Régie RNNESP & Biotope 2015)(ANNEXE 2). Hors période de pluie, les émergences d'eau souterraine de la Plaine Chabrier et les sources des Tours des roches (Blanchard 1993) comme la source Moulin à eau, la source Champcourt, etc., situées au niveau à sa périphérie, assurent l'alimentation hydrologique de l'Étang de Saint-Paul (Régie RNNESP & Biotope 2015)(ANNEXE 3). Une des particularités de l'Étang de Saint-Paul réside dans sa formation et sa position géographique. L'Étang de Saint-Paul est une ancienne baie qui s'est comblée par l'apport sédimentaire issu des creusements du Cirque de Mafate, de l'érosion marine et des glissements de terrain (Michon 2017). Il constitue une richesse remarquable, par une flore et une faune typique qui participent au maintien de la diversité biologique de l'ouest de l'Océan Indien avec des espèces endémiques ou indigènes rares (Régie RNNESP 2019, SISR 2020). Cette ZH, la mieux préservée de l'île de La Réunion, fait de l'Étang de Saint-Paul une ZNIEFF de type 2 qui englobe une ZNIEFF de type 1 (SREPEN & Barbin 2015).

2. Pressions naturelles et anthropiques

Au-delà de sa richesse écologique, l'Étang de Saint-Paul est la terre d'installation des premiers colons qui ont débarqué sur l'île de La Réunion. Ainsi, le territoire a été exploré et exploité pour ses

diverses ressources, d'où le développement d'activités anthropiques, du braconnage et de la chasse (Barré et al. 2005) et par la suite de l'agriculture et de la pêche (SISR 2020). Ainsi, l'avifaune du secteur s'est appauvrie depuis l'arrivée de l'Homme (Blanchard 1993). Le secteur est une aire de loisirs accueillant des activités nautiques, telles que le ski nautique, du kayak, et des activités pédestres, avec des zones de randonnées (ANNEXE 4). Le site est encerclé de quartiers et de bassins de vie abondamment peuplés (ANNEXE 4). Les potentielles pressions anthropiques endurées sont accentuées (Régie RNNESP & Biotope 2015, SISR 2020). Les principales pressions extérieures sont : l'Homme, les animaux divagants, les EEE animales et végétales (Régie RNNESP & Biotope 2015). Les activités anthropiques (loisirs, agriculture, pêche, etc.) impacteraient la tranquillité de vie de la biocénose, le biotope et l'écosystème par la modification du milieu. Une pratique de l'Homme, le braconnage en zone totalement protégée A pourrait être source d'impacts sur la biodiversité de la RNNESP (Régie RNNESP & Biotope 2015). Les animaux, que ce soient les animaux divagants, tels que les chiens, les chats et les bovins (boeuf Moka) même en zone A, ou encore les EEE animales altéreraient l'état de conservation du milieu (Régie RNNESP & Biotope 2015). De plus, la pression des espèces exotiques introduites, souvent envahissantes, impacte les niches écologiques de la biodiversité indigène. Tous ces dérangements potentiels induisent des pressions de prédateurs, de compétiteurs et de maladies (Barré et al. 2005). L'étang de Saint-Paul peut faire face à des pressions naturelles telles que les cyclones et les dépressions, mais ces impacts dépendent de la force, de la durée ainsi que la fréquence de ces événements (Barré et al. 2005).

3. Création et gestion de la RNNESP

Dès 1977, l'idée de conserver la ZH afin de maintenir à l'état sauvage la périphérie de la zone a été émise par Thérésien Cadet qui était dans l'optique de mettre en place une réserve biologique (Cadet 1977). À des fins de protection de la fonctionnalité des écosystèmes naturels sur du long terme, la RNNESP a été créée le 2 janvier 2008 par le Décret ministériel n°2008-4. Sa superficie s'étend sur 447 ha et se catégorise en deux zones de protection : la première de 249 ha protégée intégralement, dite zone A ; et la seconde de 198 ha protégée modérément, dite zone B (SISR 2020) (ANNEXE 4). La Régie de la RNNESP est l'organisme gestionnaire du site depuis le 21 décembre 2015. Elle a 3 missions qui se déclinent en actions. Elles ont pour objectifs de gérer, protéger et sensibiliser, ces missions communes à l'ensemble des Réserves Naturelles Nationales de France. Ainsi, la Régie met en action un plan de gestion et intervient dans l'administration, la réglementation, les suivis scientifiques, les actions écologiques ou encore la sensibilisation, etc. (DEAL Réunion 2013).

La zone A est interdite d'accès. Seul le gestionnaire de la RNNESP a l'autorisation d'y accéder à des fins de recherches scientifiques ou pour des interventions, parfois accompagné de prestataires et/ou de chercheurs. La zone B est protégée et permet certaines activités comme l'agriculture, la pêche, la randonnée, etc. (Attié 2012).

Depuis le 15 juillet 2019, reconnue officiellement par Ramsar, le label élève le site de la RNNESP à une ZH d'importance internationale (SISR 2020). Il offre un gage de confiance par la valorisation des actions pour les mesures de gestion de la ZH mises en place par la régie, et permet de les étendre davantage aux six ravines adjacentes (SISR 2020)(ANNEXE 4). Par exemple, pour limiter la pression par les EEE végétales, le gestionnaire engage des actions manuelles et mécaniques de lutte contre les espèces dans certaines zones. La régie lutte contre les espèces végétales comme les baies roses *Schinus terebinthifolius*, contre la laitue d'eau *Pistia stratiotes* et la jacinthe d'eau *Eichhorcia crassipes* dans les zones A et B (ANNEXE 5). Le gestionnaire de la RNNESP lutte également contre *Pluchea rufescens* et *Sesbania bispinosa* dans la prairie humide (Régie RNNESP & Biotope 2015).

D. Espèces d'oiseaux d'eau de la RNNESP

L'île de la Réunion rassemblait douze espèces d'oiseaux d'eau. Cependant, elles ont souffert de la colonisation humaine (Louisin & Probst 1996, Barré et al. 2005). À ce jour, la majorité des oiseaux d'eau, soit le Cormoran africain (*Phalacrocorax africanus*), l'Aigrette dimorphe (*Egretta dimorpha*), le Bihoreau de Dubois (*Nycticorax duboisi*), l'Ibis solitaire (*Threskiornis solitarius*), le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), l'Oie de Kervazo (*Alopochen kervazoi*), la Sarcelle de Théodore (*Anas theodori*), la Râle des bois (*Crex egregia*), la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), le Foulque de Newton (*Fulica newtonii*) sont éteints sur l'île (Louisin & Probst 1996, Barré et al. 2005)(ANNEXE 6). Seules deux espèces connues sont toujours présentes : le **héron strié** (*Butorides striata rutenbergi*) (Hartlaub, 1880) (FIGURE 1A), et la **poule d'eau** (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*) (Newton, 1861) (FIGURE 1B) (Louisin & Probst 1996).



FIGURE 1 : Photographie A) d'un héron strié posé sur un perchoir observant la zone d'eau libre ©Régie RNNESP B) d'une poule d'eau se déplaçant sur de la laitue d'eau ©Régie RNNESP

À l'échelle mondiale, ces deux oiseaux d'eau toujours présents sont à préoccupation mineure et non menacés, néanmoins, ils sont protégés en France. À La Réunion, il semblerait que le héron strié ait disparu à la fin des années 1980 (Milon 1951, Blanchard 1993), mais à l'heure actuelle la poule d'eau et le héron strié sont des espèces indigènes présentes quasi-menacées (UICN France et al. 2013). La poule d'eau et le héron strié sont d'origine malgache (Barré 1983). Dans la zone humide de l'Étang de Saint-Paul, ce sont des espèces déterminantes (SREPEN & Barbin 2015). Il est important de les préserver et de préserver leurs habitats. L'abondance de ces espèces n'est pas évaluée avec exactitude et difficile à estimer (Barré 1983, Blanchard 1993) d'où l'intérêt de les connaître davantage.

1. Le héron strié

- **IDENTIFICATION** : Le héron strié (*Butorides striata rutenbergi*) ne présente pas de dimorphisme sexuel (Barré et al. 2005, Safford & Hawkins 2013). Les hérons striés adultes sont de couleur grise verte écaillée de blanc, et les dessous du corps de couleur gris beige (FIGURE 1A). Ils sont reconnaissables par une tête noire métallique avec des plumes occipitales qui descendent sur le cou, un long bec pointu et le tour de l'œil orange (Barré et al. 2005). Les hérons striés juvéniles sont de couleurs brunes et beiges strié de blanc (Barré et al. 2005). Lors de son vol, l'animal a le cou rentré dans les épaules, les ailes arrondies, les pattes jaunes visibles (Barré et al. 2005).

- **COMPORTEMENT** : Le héron strié est plutôt solitaire et territorial (Régie RNNESP & Biotope 2015) ou observé en couple (Barré et al. 2005), très actif tôt le matin et en fin d'après-midi (Régie RNNESP & Biotope 2015). Le héron strié est omnivore et se nourrit dans un large éventail d'habitats (Safford & Hawkins 2013). Pour capturer ses proies terrestres (insectes, batraciens, etc.), il prospecte les rives en se déplaçant lentement (Safford & Hawkins 2013). Pour ses proies aquatiques (poissons, etc.), il surveille un plan d'eau à l'affût posé sur un perchoir dégagé (Barré et al. 2005) pendant des heures à quelques centimètres de la surface de l'eau (Safford & Hawkins 2013), ou utilise des appâts ou leurres pour les pêcher (Robinson 1994, Sazima 2007, Gavin & Solomon 2009), une technique qui témoigne d'une forme d'intelligence par l'utilisation d'outils (Jost 2015). Le cri du héron strié est un "truek" grinçant (Barré et al. 2005) ou un "quiaak", ou "keck" légèrement creux émis seul ou en séquence de 2 à 10 au décollage (Safford & Hawkins 2013). Aux nids de reproduction, ce sont de longues séquences de "kek kek kek" en rythme roulant, d'une à deux notes par seconde pendant la parade ; également kirreck simple plutôt grinçant de 0,5s répété toutes les 2-5s. Il émet également un boum coassant bas ou très bas crooor...crooor, ou whooor...whooor, d'une durée de 1 à 1,5s, répété toutes les 3 à 10s (Safford & Hawkins 2013).

- **NIDIFICATION** : La nidification a lieu de septembre à janvier (Safford & Hawkins 2013)/ février (Barré et al. 2005). Le nid est une plateforme grossière construite avec des brindilles. Il est plutôt en hauteur (Régie RNNESP & Biotope 2015) posé dans une fourche (Safford & Hawkins 2013) posée à 2-3m du sol ou de l'eau dans un buisson épais proche de la rive (Barré et al. 2005). Les femelles pondent deux à quatre œufs de couleur bleu-verte (Barré et al. 2005)(FIGURE 2) qui sont incubés par les deux parents durant vingt-cinq jours maximum (Régie RNNESP & Biotope 2015).



FIGURE 2 : Photographie d'un héron strié incubant ses oeufs dans un nid fait de branches ©alamy

- **HABITAT** : Le héron strié habite des milieux lacustres et des rivières calmes bordées par des buissons épais (Barré et al. 2005). Il se pose sur les arbres tels que les filaos, les faux poivriers, etc. et se déplace avec agilité dans le fouillis végétal (Barré et al. 2005). Le héron strié fréquente les eaux douces et salées, et niche dans les branchages (SEOR 2021a) construits dans la végétation rivulaire arborée comme les boisements de faux-poivriers (Biotope 2012).

2. La poule d'eau

- **IDENTIFICATION** : La poule d'eau ne présente pas de dimorphisme sexuel (Barré et al. 2005, Safford & Hawkins 2013). Les poules d'eau adultes sont noires avec une ligne blanche sur le flanc et le bord de la queue de couleur blanche également (Barré et al. 2005). Elles ont l'appendice frontal rouge ainsi que l'extrémité du bec jaune (**FIGURE 1B**). Les poules d'eau se caractérisent par des pattes jaunes verdâtres, ainsi qu'une jarretière rouge (Barré et al. 2005). Les poules d'eau juvéniles sont entièrement brunes hormis une ligne latérale et les sous caudales blanc roussâtre et la gorge blanche clair (Barré et al. 2005).

- **COMPORTEMENT** : À la Réunion, la poule d'eau est un oiseau discret et craintif, d'observation difficile, car elle se faufile dans les papyrus et les joncs (Barré et al. 2005). Lorsqu'elle est surprise, elle s'envole lourdement en battant l'eau de ses pattes pour se dissimuler dans les hautes herbes (Barré et al. 2005). La poule d'eau, souvent en groupe familial (Régie RNNESP & Biotope 2015), est parfois solitaire (Barré et al. 2005). Elle est capable de se déplacer sur les espèces végétales aquatiques grâce à ses pattes non palmées (Régie RNNESP & Biotope 2015). La poule d'eau est également omnivore. Elle se nourrit à pied ou en se déplaçant dans l'eau (Safford & Hawkins 2013), elle picore sur les rives ou dans la végétation aquatique qui émerge pour se nourrir des plantes, d'insectes ou de gastéropodes (Barré et al. 2005). Le cri de la poule d'eau est une émission de roulade claire ou une clameur plaintive suite à un bruit (Barré et al. 2005). Son cri est un barrissement médium à grave, arr...arr.kar-kehar, le vibrato de note moyenne et plus haut que d'autres; aussi vibrato kek simple ou séries plus longues (3-10 notes, souvent en série rapide ek-kek-kek, première note plus courte ; de nombreuses variantes similaires (Safford & Hawkins 2013). La tonalité est très distinctive, qui est basse et plate (Safford & Hawkins 2013).

- **NIDIFICATION** : La nidification a lieu de juillet à décembre (Safford & Hawkins 2013). Les nids en forme de profonde cuvette flottante (Régie RNNESP & Biotope 2015) construits de joncs et d'herbes sont sur l'eau dans une végétation épaisse (Safford & Hawkins 2013) ou à faible hauteur dans un buisson tantôt parfaitement dissimulé tantôt très visible (Barré et al. 2005). Cette espèce monogame construit plusieurs nids. Les femelles y pondent entre 4 à 10 œufs qui sont beiges clairs tachetés bruns (Barré et al. 2005, Samraoui et al. 2013)(**FIGURE 3**) qui seront incubés durant trois semaines (Régie RNNESP & Biotope 2015).



FIGURE 3 : Photographie d'un poussin poule d'eau entouré d'autres oeufs dans un nid fait de brindilles ©Jean-François CORNUET

- **HABITAT** : La poule d'eau est présente sur les étendues d'eau libre (Safford & Hawkins 2013), et habite les marais, les étangs et les rivières calmes bordés d'une végétation dense (Barré et al. 2005) aquatiques flottantes (Safford & Hawkins 2013). La poule d'eau occupe les eaux douces à saumâtres, proches des végétations rivulaires. Elle niche sur l'eau à proximité des laitues d'eau ou dans les buissons (SEOR 2021b) de la berge, notamment les typhaies ou les papyraies dans les étangs (Biotope 2012).

3. La répartition des oiseaux d'eau de l'Étang de Saint-Paul : études antérieures et biais

Une première répartition des oiseaux d'eau sur l'Étang de Saint-Paul a été obtenue à partir de deux études effectuées par (Biotope 2012)) et (ECO-MED 2014) qui consistaient en la réalisation de l'inventaire ornithologique de la RNNESP, dont une étude spécialement pour les oiseaux d'eau, soit le héron strié et la poule d'eau (ECO-MED 2014). L'étude a été réalisée suivant une méthode IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) pour les suivis terrestres et IKA (Indices Kilométriques d'Abondances) pour les suivis en canoë. Et le reste des données sont fournies par des observations ponctuelles répertoriées par le SINP à partir des données de l'application Naturalist. Le héron strié et la poule d'eau se répartissent le long et à proximité des cours d'eau de la RNNESP, aussi bien en zone A qu'en zone B (FIGURE 4).

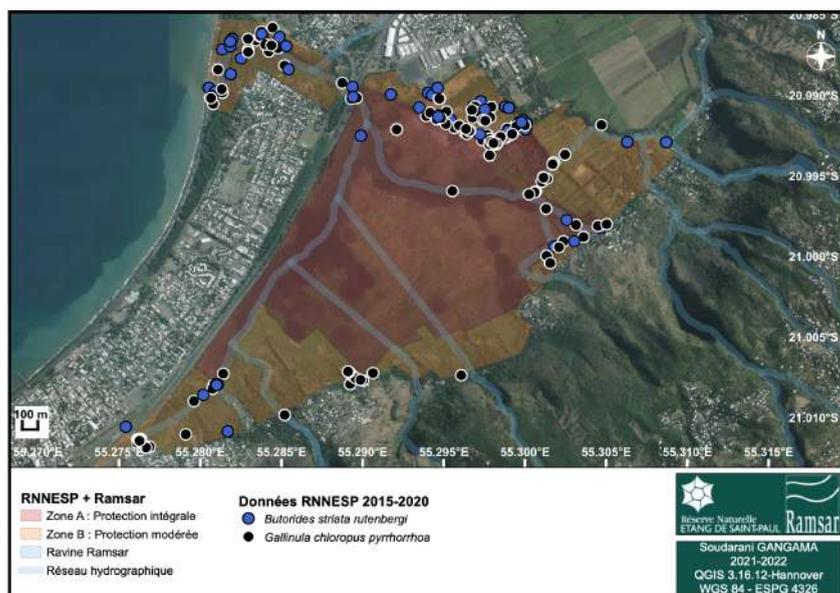


FIGURE 4 : Données de répartition de 2015-2020 du héron strié (*Butorides striata rutenbergi*) et de la poule d'eau (*Gallinula chloropus pyrrhorhoa*) sur l'ensemble de la RNNESP ©Régie RNNESP

Ces deux études, réalisées en 2012 (Biotope 2012) et 2014 (ECO-MED 2014) présentent des biais :

- Les inventaires dans le cadre des deux études ont été réalisés en canoë. Les observations ont été faites sur les cours d'eau ou à proximité immédiate. Or, hérons et poules d'eau peuvent se réfugier plus à l'intérieur des berges, ce qui nécessiterait des prospections également sur terre.
- Les observations ont été réalisées uniquement en zone de protection modérée (zone B), dans les zones accessibles au public et les plus fréquentées. Un effort d'échantillonnage restait à faire également en zone A (protection intégrale) afin de compléter les données de répartition.

Ainsi, les techniques d'inventaire doivent être améliorées et les données de répartition de ces espèces très communes et peu étudiées complétées.

E. Projet global de la RNNESP et objectifs du stage

Afin d'approfondir ses connaissances sur ces deux espèces d'oiseaux d'eau indigènes nicheurs, la Régie RNNESP souhaite mettre en place un observatoire naturaliste des oiseaux d'eau nicheurs de l'Étang de Saint-Paul. Cet observatoire permettrait notamment :

- d'ajuster les méthodes de gestion de la Régie RNNESP en prenant mieux en considération son impact sur l'écosystème. En effet, le gestionnaire agissant potentiellement sur les habitats de refuge, alimentation, reproduction, nidification de ces deux oiseaux (Partie I.D.) à travers sa lutte contre les EEE que représentent les laitues d'eau, jacinthes et les baies roses, mieux comprendre le comportement (et notamment la phénologie de reproduction) du héron et de la poule d'eau lui permettrait de perfectionner sa lutte ;
- d'appréhender l'impact global des activités humaines sur le comportement de ces oiseaux. La présence de l'Homme en zone de protection modérée (zone B) au travers des activités de loisirs, est susceptible de créer un dérangement et modifier le comportement de ces oiseaux craintifs ;
- de valoriser les données recueillies au travers de visites guidées, afin de permettre au grand public d'appréhender la richesse de la ZH et comprendre les enjeux et actions menées par le gestionnaire.

L'objectif global de ce stage a été, dans le cadre de l'étude préalable à la mise en place de cet observatoire, de déterminer les sites d'intérêt au sein du territoire de la RNNESP, c'est-à-dire les zones les plus fréquentées par le héron et la poule d'eau, voire les zones potentielles de nidification. L'identification de ces zones, qui doit s'appuyer sur une base de données exhaustive et dématérialisée, servira de base pour poursuivre l'effort de captation de données.

F. Hypothèses et attendus du stage

À l'issue de l'étude, la création de la base de données permettra de valider ou non les données évoquées de la bibliographie concernant leur habitat ou leur comportement. Nous émettons les hypothèses suivantes :

- en termes d'habitats, nous attendons des observations au niveau de la végétation rivulaire aquatique pour la poule d'eau et de la végétation rivulaire arbustive pour le héron. La récolte de

données se faisant dans des sites d'étude différents en termes d'habitats, le nombre d'observations de hérons et de poules d'eau pourrait dépendre du site (*hypothèse 1*);

- en termes de comportement, nous nous attendons à les voir seuls ou en groupe, se nourrissant ou se déplaçant dans l'eau pour la poule d'eau ou sur la végétation aquatique ; en vol pour le héron ou posé sur des perchoirs. De plus, vu la période de l'étude, nous pouvons nous attendre à enregistrer des poussins et/ou juvéniles (*hypothèse 2*);
- en termes de classe horaire d'activité, nous émettons l'hypothèse que les deux espèces sont plutôt actives tôt le matin et tard dans l'après-midi, et qu'il y aurait un lien entre les observations de ces espèces et la tranche horaire (*hypothèse 3*).

Éventuellement, les nouvelles données récoltées lors de ce stage alimenteront celles existantes.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Afin de créer cette base de données, le site d'étude a dû être préalablement déterminé et les méthodes de capture précisées.

A. Site de l'étude

L'étude est menée sur une partie de la RNNESP. Le choix du site d'étude prioritaire est décidé par la Régie en orientant son choix sur les zones où il y a eu des observations des deux oiseaux d'eau (**FIGURE 4**), où il y a les zones de perturbations potentielles par leurs actions de lutte (**ANNEXE 5**) mais également les zones à proximité des activités de loisirs (**ANNEXE 4**). Ainsi, la zone d'étude se concentre sur l'aval, la prairie humide, le parc Amazone ainsi que le canal Moulin à eau (**FIGURE 5**).



FIGURE 5 : Délimitation approximative des secteurs (Aval, Prairie humide, Parc Amazone, Moulin à eau) sur le site d'étude pour le projet ©Régie RNNESP

Les sites prioritaires englobent aussi bien une partie de la zone A que la zone B. La proportion de la zone A est moins importante. En effet, les accès sont limités dans un premier temps par la difficulté

d'y accéder, d'autre part pour la préserver en la gardant sans impact anthropique et ainsi éviter de répandre les EEE. Cependant, l'étude dans cette zone permet d'observer les comportements des deux espèces hors dérangements.

Sur cette zone, à partir de la description des habitats favorables à la nidification du héron strié et de la poule d'eau faite par (Biotope 2012), des cartographies ont été élaborées pour voir les zones de nidifications possibles pour ces deux espèces d'oiseaux d'eau, carte qui servira à décrire les secteurs définis.

B. Caractérisation des secteurs

La poule d'eau et le héron strié ont des habitats favorables à leur nidification dans chaque secteur défini (FIGURE 6A,B) en se basant sur la description établie par (Biotope 2012) et établissant les cartes à partir des données des habitats établies par Ecoden.

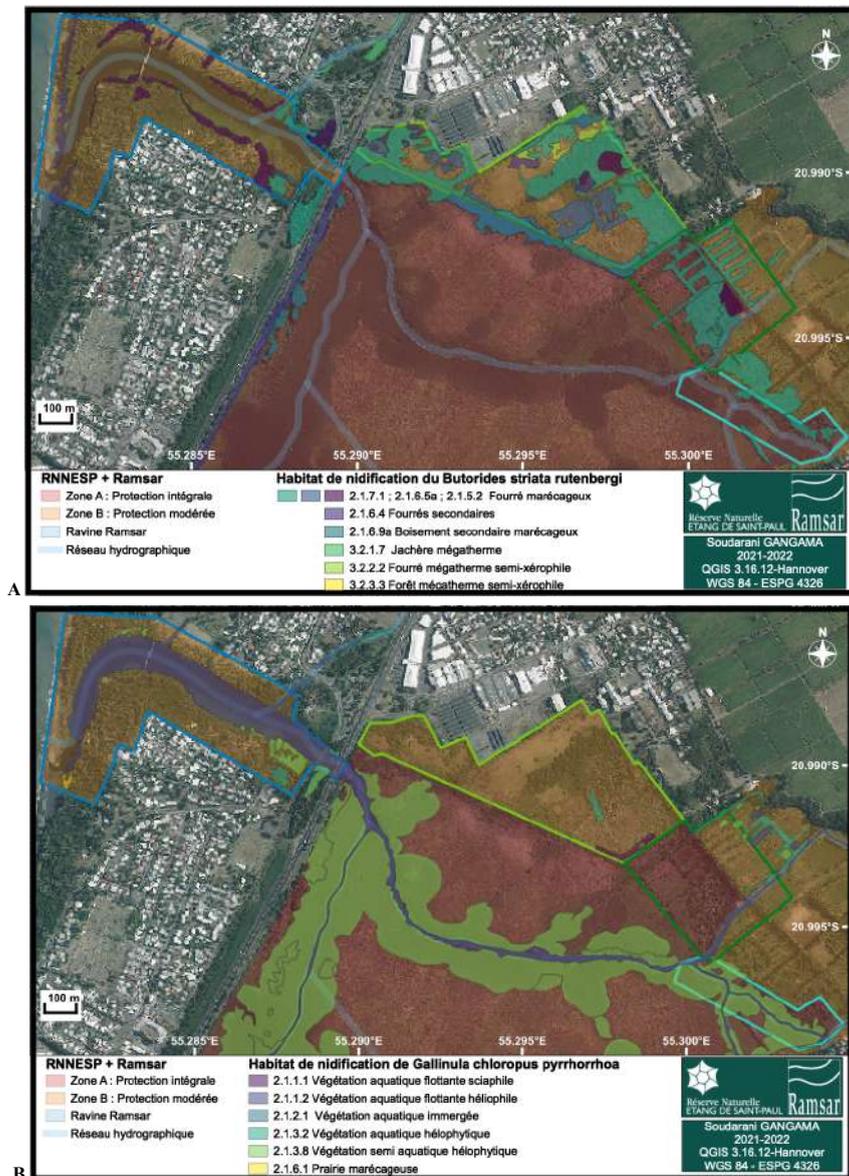


FIGURE 6 : Cartographies des habitats favorables à la nidification A) du héron strié (*Butorides striata rutenbergi*) B) de la poule d'eau (*Gallinula chloropus pyrrhorrhoa*), obtenues à partir de la description de (Biotope 2012) et la carte des habitats réalisés par Ecoden. ©Régie RNNESP

En effet, l'aval (**ANNEXE 7A**) représente pour la poule d'eau un vaste cours d'eau libre où l'on y retrouve de la végétation aquatique flottante (**FIGURE 6B**). Pour le héron, en aval, des fourrés sont présents ainsi que des boisements (**FIGURE 6A**). La prairie humide (**ANNEXE 7B**) offre peu d'habitat favorable à la poule d'eau, car seule une petite portion de végétation aquatiques est observée (**FIGURE 6B**). Cependant, pour le héron strié, une majorité du secteur est favorable avec de fourrés marécageux et secondaires, des boisements marécageux (**FIGURE 6A**). Le parc Amazone (**ANNEXE 7C**) comporte un canal où peut se trouver de la végétation aquatique pouvant être utilisée par la poule d'eau et également de la végétation semi-aquatique (**FIGURE 6B**). Dans ce secteur, nous retrouvons des fourrés marécageux et secondaires favorables au héron strié (**FIGURE 6A**). Le canal Moulin à eau (**ANNEXE 7D**) est comme son nom l'indique un canal bordé de végétation aquatique et semi-aquatique favorable à la poule d'eau (**FIGURE 6B**), et en arrière du canal, des fourrés marécageux peuvent être également favorables au héron strié (**FIGURE 6A**).

C. Recueil de données

1. Données vidéographiques

Afin d'obtenir les données vidéographiques, les récoltes sont faites grâce à des pièges photographiques. Pour l'étude, 5 pièges photographiques Num'axes PIE1045 (**ANNEXE 8A,B**) sont utilisés, chacun accompagné de son panneau d'alimentation solaire de 6V externe.

Les panneaux solaires sont chargés préalablement durant une journée complète au soleil pour assurer une bonne autonomie. En cas de panne du panneau solaire, le relais est pris par 8 piles AA rechargeables, et préalablement chargées pour chaque piège photographique.

Les pièges photographiques ont un angle de vue de 85°, et une vision de nuit infrarouge d'une portée de 20 mètres. Pour ce suivi, uniquement le mode vidéo avec une résolution FULL HD de 1080P est utilisé pendant chacune des poses. Les pièges photographiques sont posés pour une durée d'environ 24 heures. Durant les 24 heures de pose, une vidéo de 1 minute est enregistrée toutes les 5 minutes. Ce choix d'intervalle s'est fait par la capacité limite des cartes mémoires SD qui étaient de 32GB. En effet, suite à des tests des pièges photographiques, la capacité de stockage ne permettait pas un temps d'enregistrement de 24h complet.

2. Données sonores

Pour l'obtention des données sonores, les récoltes se sont faites par un enregistreur sonore ZOOM H6-BLK (**ANNEXE 9A**), un enregistreur à 6 pistes. L'appareil est utilisé avec un micro-dirigé.

Pour les enregistrements, 2 méthodes ont été expérimentées. Des données sonores ont été obtenues au niveau de points fixes (**ANNEXE 9B**). Environ trois minutes de sons étaient enregistrées sur ces points d'arrêt pour ne pas parasiter l'enregistrement (**ANNEXE 9B**). Lors de nos interventions sur le terrain, une autre méthode a parfois été utilisée, avec des enregistrements réalisés le long d'un trajet.

3. Données photographiques

Durant les sorties terrain, lors des rencontres opportunistes avec un héron strié ou une poule d'eau, des photographies ont été prises à l'aide de l'appareil photo Olympus tough TG-6 4K.

4. Déroulement de la pose des matériels

Les pièges photographiques, ainsi que les panneaux solaires ont été préalablement numérotés afin de pouvoir les identifier. La pose du matériel a été effectuée durant environ 3 mois entre mars 2022 et mai 2022. Lors d'un travail de terrain, environ trois caméras sont posées en une matinée ou l'après-midi. Pour la pose, un support solide est nécessaire (**ANNEXE 8B**) pour ne pas avoir de chute de l'appareil ou de changement d'orientation du piège photographique. Les informations de chaque pose sont notées dans un tableau (**ANNEXE 10**) : les coordonnées GPS, la date, l'heure de la pose et du retrait du piège photographique ainsi que la durée du pose. Il est également mentionné le numéro du piège photographique utilisé ainsi que son orientation lors de la pose. Les manipulateurs sont également mentionnés et si un souci a été observé lors de la pose ou du retrait du dispositif, les observations sont notées également. La pose des matériels de terrain se fait à pied, dans des lieux où les caméras sont dissimulées afin d'éviter les potentielles détériorations ou vols. Pour les zones aquatiques inaccessibles à pied, un bateau gonflable en quinze minutes (sans moteur) (**ANNEXE 11A,B**) est utilisé pour procéder aussi bien aux poses qu'à la récupération du matériel. Le choix du bateau Annexes AD AERO accastillage diffusion by Plastimo (**ANNEXE 11A**) est choisi pour une approche plus silencieuse et moins impactante par un déplacement à l'aide de rame. Cette approche est dans une optique de protection de l'environnement. A chaque pose de pièges photographiques, à chaque point fixe et trajet d'enregistrement sonores les données GPS sont récupérées à l'aide d'un GPS Garmin GPS MAP 65s.

D. Traitements des données

Les données GPS des pièges photographiques et enregistreurs sonores sont récupérées et cartographiées à l'aide de QGIS (QGIS 3.16.12 Hannover) (**FIGURE 7**).

A l'issue de l'étude, 20 pièges photographiques ont été posés, dont 7 en aval et au niveau de la prairie humide, 4 dans le Parc Amazone et 2 dans le canal Moulin à eau. Ainsi, 5 pièges photographiques ont été déployés en zone A et 15 en zone B. Avec l'enregistreur sonore, 14 enregistrements ont été effectués en point fixe et 2 sous forme de trajet. La totalité des données sont bancarisées et traitées sur le réseau interne des ordinateurs de la régie de la RNNESP (**FIGURE 7**).



FIGURE 7 : Cartographie des poses de pièges photographiques, des points fixes et trajets des enregistrements sonores sur les secteurs d'étude (Aval, Prairie humide, Parc Amazone, Moulin à eau) ©Régie RNNESP.

1. Données vidéographiques

Les enregistrements vidéos sont scrupuleusement regardés, triés et analysés pour détecter la présence et les comportements des oiseaux d'eau. Au total, 4 491 vidéos d'une minute ont été visionnées, et les observations sont notées dans un tableau de données (ANNEXE 12).

Chaque observation d'oiseaux d'eau faite à l'aide d'un visionneur de vidéo est répertoriée dans un tableau de données résumant le numéro de pose, le piège photographique utilisé, la date, l'heure et le secteur de pose. Lorsque l'une des deux espèces est observée, son effectif est indiqué en séparant juvénile et adulte (lorsqu'il est possible de le déterminer). Pour chaque observation, une section "comportements" permet de décrire le comportement de l'animal (nage, vole, se nourrit, etc.). Lorsqu'une autre espèce est observée, celle-ci est notée dans un tableau à part.

2. Données sonores

Les enregistrements sonores sont écoutés et traités à l'aide du logiciel Audacity 2.4.2. Le traitement de ces sons consistait en la suppression des vocalisations non émises par la poule d'eau ou le héron strié dans un premier temps. Puis, pour nettoyer les bruits de fond, en prenant le profil de ces bruits, une réduction de bruit de 20 dB est réalisée avec une sensibilité de 6 et un adoucissement de fréquence de 3 bandes. Les bruits parasites durant les périodes de silence de l'animal sont éliminés.

E. Analyses des données

1. Données vidéographiques

Suite à l'établissement de la base de données à partir des observations des pièges photographiques, les données sont triées et analysées sous R 4.1.3 avec RStudio 2021.09.2 pour avoir les nombres d'observations par zone (A et B), par secteur (Aval, Prairie humide, Parc Amazone, Moulin) et également par classe horaire. À partir de cela, des graphiques ont été faits sur Excel, permettant de

visualiser la répartition des observations obtenues. Les pourcentages d'observations sont obtenus en rapportant au nombre total d'enregistrements vidéos d'une minute obtenues par secteur.

Des tests de χ^2 sont également réalisés sous RStudio pour vérifier si il y a un lien entre le nombre d'observations des deux espèces d'oiseaux d'eau et les 4 secteurs (*Hypothèse 1*), mais également pour vérifier si il y a une dépendance entre le nombre d'observations des deux oiseaux d'eau et les classes horaires à laquelle elles sont observées (*Hypothèse 3*). Pour les classes horaires, 7 classes ont été définies : "00h00-6h00", "6h00-8h00", "8h00-10h00", "10h00-12h00", "12h00-14h00", "14h00-16h00", "16h00-18h00", "18h00-24h00".

2. Données sonores

Suite aux traitements des sons sur Audacity, les données sonores ne sont pas analysées dans l'objet de cette étude, mais servent à alimenter la base de données.

III. RÉSULTATS

A. Données vidéographiques

Pour les données vidéographiques, sur 4 491 vidéos d'une minute enregistrées, des observations de héron et de poule d'eau ont été faites sur 154 vidéos, ce qui représente un taux de captation de données de 3,42%. Sur les 20 poses effectuées, 6 d'entre elles présentent une absence de données durant des périodes de nuit, souvent entre environ 2h00 et 7h00 du matin et une fois depuis 17h50 à environ 6h30 du matin (ANNEXE 10). Le manque de données concerne 5 poses à l'aval et 1 pose au niveau du canal de Moulin à eau (ANNEXE 10). À l'aval, sur 1429 vidéos d'une minute enregistrées, seulement 29 vidéos présentent des observations de héron et/ou de poule d'eau, ce qui représente 2,03% de données recueillies par rapport à l'effort de captation. Dans la prairie humide, sur un total de 1643 enregistrements, 20 vidéos sont retenues, soit un taux 1,21 % de captation. Au sein du parc Amazone, sur les 955 qui ont été enregistrées, 88 comportaient des hérons ou poules d'eau, ce qui équivaut à 9,21% de réussite. Au niveau du canal Moulin, sur un ensemble de 464 vidéos, des observations ont été relevées sur 17 d'entre-elles, soit un taux 3,66% de captation.

1. Le héron strié

- **TAUX DE CAPTATION ET SECTEURS D'ÉTUDE :** Des taux de captations sont calculés en prenant le nombre de hérons observés sur les vidéos, rapporté au nombre d'enregistrements d'une minute.

À partir de cela, un taux de 0,40% d'héron a été observé sur la totalité des vidéos enregistrées, avec une répartition de 0,43% sur les vidéos de la prairie humide et sur les 0,77% des vidéos de l'aval. Aucun individu n'a été observé au niveau du Parc Amazone et le canal Moulin à eau (TABLEAU 1).

TABLEAU 1 : Nombre d'observations du héron strié par secteur et taux de captation par secteur

Secteur	Prairie humide	Aval	Amazone	Moulin à eau	TOUT
Nombre d'enregistrements d'une minute	1643	1429	955	464	4491
Nombre d'individus de héron observés	7	11	0	0	18
"Taux de captation"=Nombre d'individus de héron observés ramené au nombre d'enregistrements	0,43%	0,77%	0,00%	0,00%	0,40%

Globalement, en prenant toutes les données du hérons, la répartition des effectifs est représentée sous forme de camembert. Le héron strié a été observé uniquement en zone B durant l'étude (FIGURE 8A), avec sur la totalité des observations, une plus grande proportion au niveau de l'aval (64%) contre 36% des observations en prairie humide (FIGURE 8B). Ces pourcentages ont été obtenus à partir du nombre d'observations du héron strié par secteur rapporté à la quantité des observations de hérons totale.

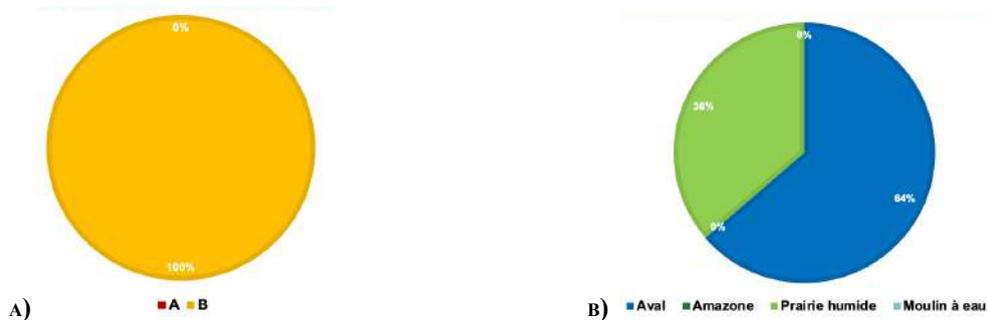


FIGURE 8 : Répartition des effectifs de hérons striés observés a) selon les zones (A ou B), b) selon les secteurs (aval, amazone, prairie humide, moulin à eau)

D'après ces résultats, il semblerait qu'il y ait des préférences de secteurs pour le héron pour le secteur du l'aval et la prairie humide. Pour voir si le lien entre le secteur et les observations du héron existe bien, un test χ^2 est réalisé sur RStudio, test que l'on présentera dans la partie interprétation des résultats IV.

- **COMPORTEMENT** : La plupart des observations faites du héron strié étaient en vol (FIGURE 9A,B,D). En aval, une observation a montré son déplacement d'une rive à l'autre (FIGURE 9B,D), seul (FIGURE 9B) ou à deux individus (FIGURE 9D) à plusieurs reprises au même endroit. Des observations ont permis de le voir se poser sur un boisement (FIGURE 9A) ou sur de la végétation aquatiques, et également se déplaçant de patch en patch de laitues d'eau.

Sur une vidéo, au niveau de la prairie humide, un héron était au bord d'une zone d'eau, il semblait à la recherche de nourriture (FIGURE 9C). Toujours en prairie humide, une vidéo a mis en évidence 3 hérons striés, qui se posaient ou quittaient un même arbre.



FIGURE 9 : Capture des images de héron strié obtenues à partir des poses des pièges photographiques : **A**) le héron strié arrive et se pose sur un perchoir (au centre à gauche de l'image), **B**) le héron strié est en vol et à l'issue de la vidéo de cette image, il se pose sur une branche d'arbre (au centre de l'image), **C**) le héron strié se déplace doucement avec agilité au bord de l'eau (en bas de l'image), **D**) deux hérons striés l'un à la suite de l'autre quittent leur emplacement et se dirigent vers l'autre rive (au centre à gauche de l'image) ©Régie RNNESP

- **HEURES D'ACTIVITÉ** Les hérons striés ont majoritairement été observés de 6h00 à 8h00 du matin (**FIGURE 10A,B**). Toutefois, des observations ont été obtenues à toutes les heures de la journée mis à part de 18h00 à 6h00 (**FIGURE 10A,B**).

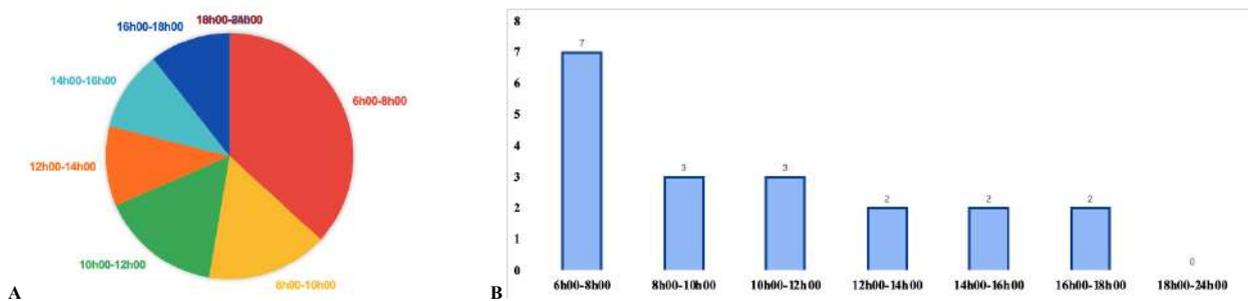


FIGURE 10 : **A**) Répartition des effectifs de héron strié par classe horaire et **B**) Distribution des effectifs de héron strié par classe horaire

D'après ces résultats, il semblerait qu'il y ait des heures d'activités plus importantes pour le héron. Pour voir si le lien entre les horaires et les observations du héron existe bien, un test Khi^2 est réalisé sur RStudio, test que l'on présentera dans la partie interprétation des résultats IV.

2. La poule d'eau

- **TAUX DE CAPTATION ET SECTEURS D'ÉTUDE** : Comme pour le héron, des taux de captations sont calculés en prenant le nombre de poules d'eau observées sur les vidéos, rapportés au nombre d'enregistrements obtenus au total. Un taux de 1,87% de poule d'eau a été observé sur la totalité des

vidéos enregistrées, avec une répartition de 0,73% sur les vidéos de la prairie humide, de 1,26% sur les vidéos de l'aval, de 3,87% sur les vidéos du parc Amazone et 3,66% au niveau du canal Moulin à eau. (TABLEAU 2).

TABLEAU 2 : Nombre d'observations du héron strié par secteur et taux de captation par secteur

Secteur	Prairie humide	Aval	Amazone	Moulin à eau	TOUT
Nombre d'enregistrements d'une minute	1643	1429	955	464	4491
Nombre d'individus de poule d'eau observés	12	18	37	17	84
"Taux de captation"=Nombre d'individus de poule d'eau observés ramené au nombre d'enregistrements	0,73%	1,26%	3,87%	3,66%	1,87%

De même que pour le héron, la répartition des effectifs de poule d'eau est représentée sous forme de camembert en prenant toutes les données. La poule d'eau a été observée majoritairement en zone A, avec 82% des observations, ramenés au nombre de poses, contre 18% en zone B, en rappelant que seulement 5 caméras sur 20 poses ont été posées en zone A et que cela représente moins de vidéos obtenues qu'en zone B (FIGURE 11A). Au niveau des secteurs, la poule d'eau a été observée principalement au niveau du Parc Amazone avec 41% des observations, et dans le canal Moulin à eau avec 38% des observations. Seulement 13% au niveau de l'aval et 8% dans la prairie humide (FIGURE 11B). Ces pourcentages ont été obtenus à partir du nombre d'observations de la poule d'eau par secteur rapporté à la quantité des observations de poules d'eau totale.



FIGURE 11 : Répartition des effectifs de poule d'eau observés A) selon les zones (A ou B), B) selon les secteurs (aval, amazone, prairie humide, moulin à eau)

D'après ces résultats, il semblerait qu'il y ait des préférences de secteurs pour la poule d'eau pour le secteur du parc Amazone et le canal Moulin à eau. Pour voir si le lien entre le secteur et les observations de poule d'eau existe bien, un test χ^2 est réalisé sur Rstudio, test que l'on présentera dans la partie interprétation des résultats IV.

- **COMPORTEMENT** : La poule d'eau a été observée aussi bien en déplacement dans l'eau que sur la végétation aquatique posée (FIGURE 12A). ou en activité de recherche alimentaire (FIGURE 12B). Sur certaines vidéos, jusqu'à 3 individus étaient observés en même temps. Sur une d'elle, les 3 poules d'eau se dirigeaient vers le même endroit. En termes de comportement, la poule d'eau a souvent été observée seule (FIGURE 12B,C,D). Une poule d'eau adulte a été observée en train de se nourrir de laitue d'eau (FIGURE 12B) au niveau du Parc Amazone. Au niveau de la prairie humide,

un poussin a été observé, étonnamment seul dans l'eau, puis s'est fondu dans la végétation aquatique (FIGURE 12c).

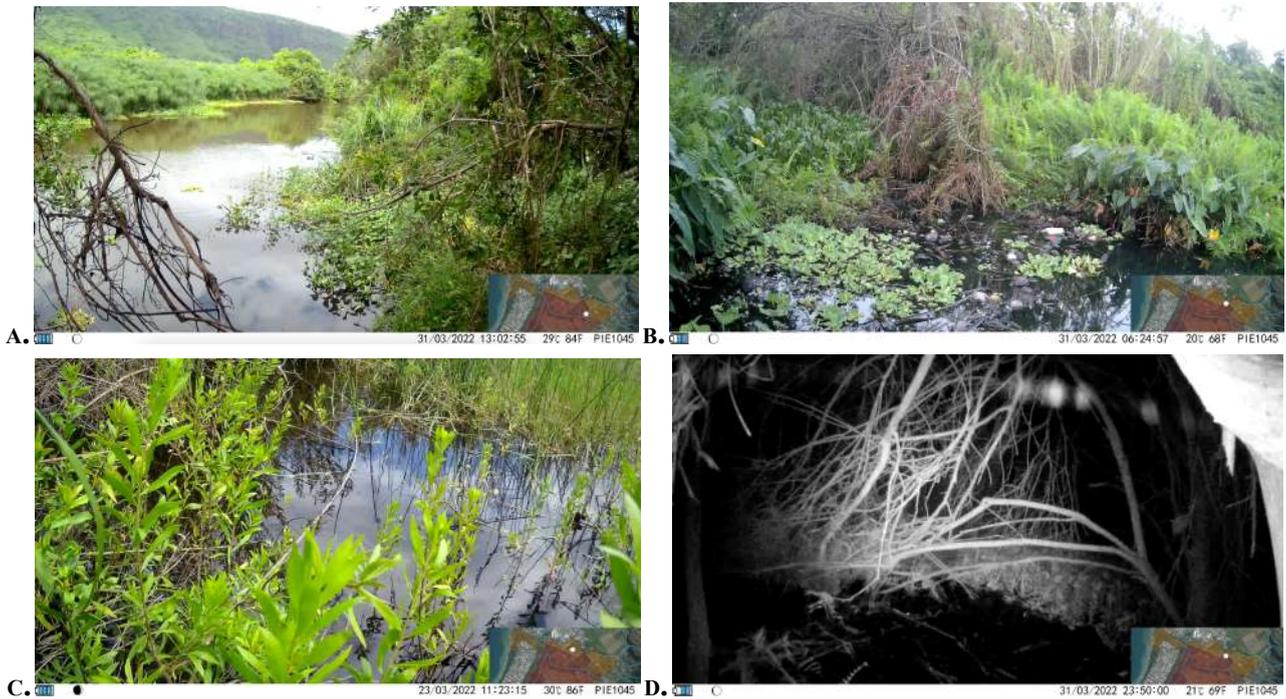


FIGURE 12 : Capture des images de la poule d'eau obtenues à partir des poses des pièges photographiques : A) trois poules d'eau sont présentes, deux se déplacent dans l'eau (une au centre, une plutôt à gauche de l'image) et une poule d'eau est posé sur la végétation aquatique à l'arrière (au centre de l'image) B) la poule d'eau sort de la végétation et cherche de quoi se nourrir dans l'eau et mange de la laitue d'eau (au centre de l'image) C) une poule d'eau juvénile est observé seule sur l'eau qui finit par se faufiler dans la végétation aquatique (au centre à gauche de l'image) D) une poule d'eau est observé de nuit de 18h40 à 23h49 posé sur la végétation aquatique, qui finit par se déplacer dans l'eau et marche sur une branche (au centre de l'image) ©Régie RNNESP

- **HEURES D'ACTIVITÉ** : Les poules d'eau ont majoritairement été observés de 10h00 à 12h00 (FIGURE 13A,B). Toutefois, des observations ont été obtenues à toutes les heures de la journée mis à part de 0h00 à 6h00 (FIGURE 13A,B). Les classes horaires présentant le moins d'observations de la poule d'eau sont de 12h00 à 14h00 et 14h00 à 16h00 (FIGURE 13A,B). La poule d'eau a été également observée de nuit, un même individu est resté lors d'une des poses de 18h40 à 23h49 au même endroit posé sur la végétation aquatique qu'il a fini par quitter (FIGURE 12D).

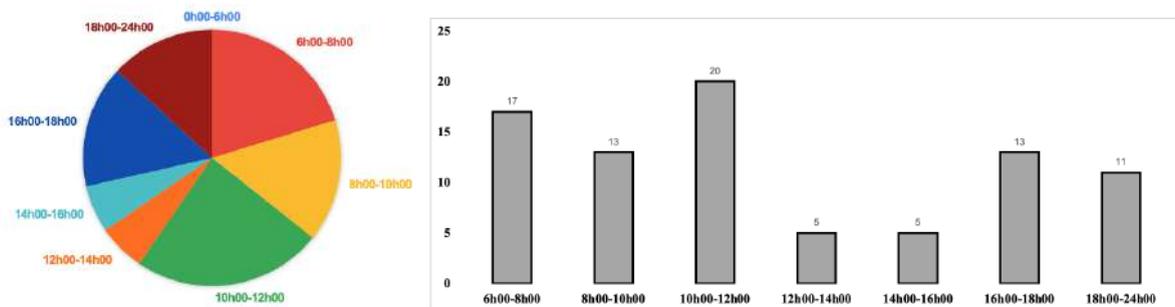


FIGURE 13 : A) Répartition des effectifs de la poule d'eau par classe horaire et B) distribution des effectifs de la poule d'eau par classe horaire

D'après ces résultats, il semblerait qu'il y ait des heures d'activités plus importantes pour la poule

d'eau. Pour voir si un lien entre les horaires et les observations de la poule d'eau existe un test χ^2 est réalisé que l'on présentera dans la partie interprétation des résultats IV.

3. Autres observations

D'autres espèces ont pu être observées sur les enregistrements vidéos. En effet, des rats ont été observés sur plusieurs vidéos de nuit, se déplaçant au sol et au niveau de la végétation aquatique (FIGURE 14A). De plus, des pêcheurs ont également été observés (FIGURE 14C), des personnes pratiquant leur sport sur le pont de l'étang en aval, ou d'autres qui se baignent dans l'eau de l'étang (FIGURE 14B). Enfin, dans la partie ouverte aux activités nautiques, nous avons pu observer des kayaks (FIGURE 14E) ainsi que des skis nautiques (FIGURE 14D).



FIGURE 14 : Capture des images des autres observations obtenues à partir des poses des pièges photographiques : **a)** un rat se déplace dans la zone (en bas à gauche de l'image) **b)** trois humains dont un est suspendu au pont et deux autres sont dans une bouée dans l'eau qui parlaient très fort (au centre de l'image) **c)** un pêcheur qui met en place son filet de pêche sur la zone en l'accrochant à des espèces végétales (en haut à gauche de l'image) **d)** un ski nautique qui émet beaucoup de bruit et provoque des ondes prononcées de l'eau (au centre de l'image) **e)** un kayak passe dans le cours d'eau (au centre légèrement à gauche de l'image) et des personnes font leur jogging sur le pont ©Régie RNNESP

A noter que durant les deux dernières poses, plusieurs passages de ski nautiques ont été réalisés et aucune observation d'oiseaux d'eau n'a été faite.

B. Données sonores

Les données sonores ne sont pas analysées. Cependant, plusieurs sons ont été enregistrés dont une vocalisation du héron a été enregistrée lors de son envol de fuite. Le temps de silence de son cri est plus long, plus il s'éloigne (ANNEXE 13A). Et une vocalisation de poule d'eau, avec des qui semble se chevaucher a été enregistrée (ANNEXE 13B).

IV. INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS VIDÉOS

Les résultats interprétés concernent uniquement les données vidéos. Dans un premier temps, l'étude s'est focalisée sur les comportements observables sur les vidéos. Ainsi, la banque de sons obtenue n'est pas suffisamment exhaustive et est destinée à évoluer. De plus, les sons devront à terme être mis en parallèle à des observations comportementales.

A. Habitats préférentiels

Les données de répartition des observations semblent à première vue montrer des habitats préférentiels pour la poule d'eau et le héron strié. Le héron strié a l'air d'être plus présent à l'aval et dans la prairie humide (ANNEXE 14A) alors que la poule d'eau, elle, semble davantage dans le canal Moulin à eau et le parc Amazone (ANNEXE 14B).

Cependant, le résultat du test du Khi^2 montre qu'il n'y pas de lien significatif entre le secteur et le nombre d'observation du héron strié ($\text{Khi}^2=8$; $\text{ddl}=6$; $P=0,2381$) et il en est de même pour la poule d'eau ($\text{Khi}^2=12$; $\text{ddl}=9$; $P=0,2133$) (ANNEXE 15).

Ainsi, l'*hypothèse 1* est réfutée, il n'y a pas de dépendance entre la variable des secteurs et celle des observations aussi bien du héron strié que de la poule d'eau.

B. Comportements

Les observations vidéos ont permis de valider certaines connaissances évoquées dans la bibliographie. Elles ont également permis des avancées potentielles et de décrire de potentiels nouveaux comportements inconnus jusqu'alors.

1. Le héron strié

Les observations montrent, comme il était attendu, que le héron se pose souvent sur les branches des arbustes, notamment des faux poivriers. De plus, la majorité des observations ont été faites le matin. D'autre part, les observations ont révélé de nouveaux comportements : le héron décrit comme plutôt solitaire a notamment été observé à proximité d'autres hérons (jusqu'à 3 individus dont une vidéo les individus se posaient ou quittaient un arbre) ou encore en vol avec un partenaire (TABLEAU 3).

TABLEAU 3 : Récapitulatif des connaissances validées et avancées potentielles grâce aux observations pour le héron strié

Connaissances validées grâce aux observations vidéos	Avancées potentielles en termes de connaissances
<ul style="list-style-type: none"> • Espèce régulièrement observée perchée dans les faux poivriers • Observations plus importantes tôt le matin définit comme une période où l'espèce est la plus active 	<ul style="list-style-type: none"> • Héron observé à deux individus à plusieurs reprises alors qu'il décrit comme plutôt solitaire • Héron est plutôt solitaire, mais à deux reprises sur une même vidéo 3 individus sont observés

L'*hypothèse 2* ne peut être validée dans sa globalité, car nous n'avons pas observé de juvéniles.

2. La poule d'eau

Les observations montrent, comme il était attendu, que la poule se trouve souvent sur la végétation aquatique flottante, notamment la laitue d'eau. D'autre part, les observations ont révélé de nouveaux comportements, notamment une activité nocturne : la poule d'eau décrite comme active en début et fin de journée, a été vue en activité de 18h00 à minuit. De plus, étant une espèce souvent en groupe familial, des individus ont souvent été observés seuls dont une poule d'eau juvénile (TABLEAU 4).

TABLEAU 4 : Récapitulatif des connaissances validées et avancées potentielles grâce aux observations pour la poule d'eau

Connaissances validées grâce aux observations vidéos	Avancées potentielles en termes de connaissances
<ul style="list-style-type: none"> • Espèce régulièrement observée sur la végétation flottante dont elle s'en nourrit 	<ul style="list-style-type: none"> • Une poule d'eau a été observée active durant la nuit, or les poules d'eau sont actives au début et en fin de journée • Une poule d'eau juvénile observée seule alors que c'est une espèce souvent en groupe familiale

Ainsi, l'*hypothèse 2* est partiellement acceptée pour la poule d'eau.

C. Heures d'activité

Les données de distribution des observations semblaient à première vue montrer des heures d'activités plus marquées pour la poule d'eau et le héron strié. Cependant il n'y a pas de lien significatif entre les classes horaires et le nombre d'observation du héron strié ($K\chi^2=21$; ddl =18; $P=0,2794$) et il en est de même pour la poule d'eau ($K\chi^2=42$; ddl =36; $P=0,227$) (ANNEXE 16).

Ainsi, l'*hypothèse 3* est réfutée, il n'y a pas de dépendance entre la variable des classes horaires et celle des observations aussi bien du héron strié que de la poule d'eau.

V. DISCUSSION

A. Données vidéographiques

Les observations qui ont été faites peuvent représenter un biais en termes des effectifs d'observations. En effet, un même individu a pu être observé sur plusieurs vidéos. Lors de l'observation des vidéos, les espèces sont vues de très loin ce qui rend difficile l'identification. Sur les poses, souvent les deux espèces peuvent être observées, ce qui montre que les 2 oiseaux d'eau partagent leur habitat.

Comme constaté précédemment, les deux dernières poses n'ont présenté aucune observation, alors que plusieurs passages de ski nautiques ont été réalisés. L'effort de captation dans cette zone devrait donc être réalisé pour évaluer un lien entre activités nautiques et la présence des deux espèces.

De plus, en terme technique, le détecteur de mouvement n'a pas été choisi dans cette étude, car la portée est uniquement de 20 mètres, les observations faites sont au-delà de 20 mètres, ce qui peut représenter un manque de données.

1. Le héron strié

- **COMPORTEMENTS** : Le héron strié n'a pas été observé en zone A. Cela pourrait indiquer la présence d'habitat davantage favorable pour lui en zone B. Or, d'après la description des habitats, des habitats favorables sont présents, notamment au niveau du Parc Amazone. Cependant, ce résultat est à modérer car peu de poses ont été réalisées en zone A. Il serait intéressant d'augmenter le nombre de poses de caméras afin d'alimenter la base de données. Le héron strié décrit comme solitaire, a été observé jusqu'à un ensemble de 3 individus sur une vidéo. Les individus étaient à proximité. Cependant, il ne se partageait pas l'arbre : quand l'un venait se poser l'autre partait en vol. Là encore, augmenter les observations pourrait potentiellement nous permettre de découvrir si ce comportement n'était qu'occasionnel, ou si les hérons partagent leur espace. De plus, au niveau de l'aval, deux hérons ont été, à plusieurs reprises, observés en vol l'un derrière l'autre se déplaçant d'une rive à l'autre. On pourrait donc potentiellement suspecter qu'il s'agit d'un couple qui se déplace vers leur nid. Il serait intéressant de poser de nouveau des caméras à cet endroit, sous plusieurs angles afin de découvrir où les individus se posent avec précision et ainsi, potentiellement trouver un de leur nid. Les tests de χ^2 effectués n'ont montré aucun lien entre les observations du hérons et le secteur ainsi que les classes horaires. Un des biais est également un nombre de données limitées, acquérir davantage de données permettrait d'avoir des résultats plus robustes.

- **TECHNIQUES DE CAPTURES VIDÉOS** : Sur la plupart des observations faites, le héron était en vol. De plus, l'étude a fourni peu de données du héron strié. En effet, le paramétrage des pièges photographiques ne semble pas convenir à son comportement. Pour l'étude, les pièges photographiques enregistrent des vidéos d'une minute toutes les 5 minutes, les avoir en observations en vol représente donc une chance. Pour contrer cela, il serait intéressant d'envisager des enregistrements à détection de mouvement afin d'avoir peu d'enregistrements, mais que chacune d'elle comporte des observations. Comme dit précédemment, un effort de captation supplémentaire, surtout dirigé vers les zones suspectées de nidifications devraient être envisagées.

2. La poule d'eau

- **COMPORTEMENTS** : La poule d'eau a majoritairement été observée en zone A. Cette espèce étant très craintive, la tranquillité par l'absence voire peu de dérangement expliquerait son apparition plus fréquente. Des vidéos ont laissé apparaître plusieurs poules d'eau se dirigeant vers

un même lieu, cette zone pourrait être une zone de nidification potentielle.

La poule d'eau généralement en groupe familiale a été observée plusieurs fois seule, pour s'alimenter. De plus, même un poussin a été observé seul, ce qui pourrait laisser penser à un nid à proximité. Il faudrait là aussi affiner les connaissances en accentuant des observations sur les zones concernées. Les observations de la poule d'eau faites de nuit pourraient nous laisser penser à une activité nocturne qui n'avait pas été envisagée. Ainsi, il faut également approfondir ce comportement, afin de distinguer les activités qu'elles entreprennent durant la nuit. Pour cela, reposer des caméras dans la zone où ce comportement a été observé peut-être sur plusieurs jours, ou dans d'autres zones d'observations garanties. Les tests de χ^2 effectués n'ont montré aucun lien entre les observations de la poule d'eau et le secteur ainsi que les classes horaires. Comme pour le héron, davantage de données, seraient plus déterminantes.

- **TECHNIQUES DE CAPTURES VIDÉOS :** Les poules d'eau ont été plus fréquemment observé, avec ses déplacements relativement lents, la technique semble appropriée. La poule d'eau picore parfois dans l'eau, il serait intéressant de regarder ce qu'elle récupère dans l'eau et comment, en le filmant avec une Gopro. Cependant, cela nécessite une proximité de la caméra, ainsi que de savoir où elles sont. Il faudrait s'attarder sur les sites de nidifications hypothétiques, et si des nids sont découverts, le poser à ces endroits.

3. Autres observations

Les rats observés sur les vidéos pourraient être des perturbateurs des oiseaux d'eau. En effet, les rats peuvent ravager les nids et se nourrir des œufs des oiseaux (Barré et al. 2005). De plus, les rats peuvent être vecteurs de maladies pour l'avifaune (Barré et al. 2005).

Ainsi, comme pour les Tuit-Tuit à la Roche-Écrite à la Réunion, des actions de dératisations pourraient être faites si le dérangement est vérifié. Mais pour le vérifier des études supplémentaires doivent être faites, pour le moment ce ne sont que des perturbations potentielles (LIFE BIODIV'OM 2020).

Les passages de l'Homme pourraient présenter également un dérangement pour les populations d'oiseaux d'eau. Nous avons pu observer des pêcheurs utilisant des filets, des personnes qui font leur footing, ou se baignent dans l'étang. Nous avons également pu voir des personnes qui font des activités nautiques telles que du kayak et du ski nautique. Comme dit précédemment, les 2 dernières vidéos n'ont comptabilisé aucune observation pendant que de nombreux passages de ski nautique se faisaient. Lors de ses passages nous pouvions observer des remous établis par les vibrations du moteur du bateau qui passe. De plus, le bateau émet beaucoup de bruit. Ainsi, l'Homme utilise ici l'habitat des oiseaux d'eau, mais entraîne également des dérangements au niveau de l'espace ainsi que sonore.

Pour les dérangements potentiels humains, des gestions de passage pourraient se faire notamment

pour les activités nautiques, en réduisant davantage les passages du ski nautique qui paraissent très perturbateurs. Là encore, il faut dans un premier temps confirmer le dérangement de ces activités. Cependant, les zones protégées peuvent avoir un impact mitigé sur les oiseaux d'eau (Wauchope et al. 2022). Les zones gérées pour les oiseaux d'eau ou leur habitat sont plus susceptibles de bénéficier aux populations (Wauchope et al. 2022).

B. Données sonores

Peu de données sonores ont été obtenues, les sessions au niveau des points fixes étaient plutôt courtes. Et les analyses n'ont pas été faites dans l'objet de cette étude. Le héron strié n'émet pas de vocalisation au repos. Lors de nos interventions terrain, malgré des hérons observés, aucune vocalisation n'était entendue. Celle enregistrée n'était qu'à sa prise d'envol (Probst 1998).

La poule d'eau émet souvent des vocalisations. Différents types de vocalisations n'ont pas pu être obtenus, mais comme la littérature l'indiquait, elle en émet sans raisons particulières et lors de prise de fuite (Barré et al. 2005). La vocalisation décrite, introduit 2 individus, ainsi, on pourrait penser que les 2 individus communiquent entre eux.

VI. CONCLUSION

Les deux oiseaux d'eau indigènes nicheurs présents sur l'Étang de Saint-Paul : le **héron strié** (*Butorides striata rutenbergi*), et la **poule d'eau** (*Gallinula chloropus pyrrhorrhoa*) fréquentent des habitats communs, cependant, ils ont des habitats favorables à la nidification distincts. Le héron strié préférera la végétation rivulaire arborée, tandis que la poule d'eau la végétation rivulaire aquatique flottante proche de zone d'eau.

A. Réussite de l'étude

L'étude faite a permis de créer une base de données sur les deux oiseaux d'eau qui initie la création de l'observatoire naturaliste prévue pour le plan de gestion 2022-2031 par la Régie RNNESP. De nouveaux comportements ont pu être mis en évidence, comme l'activité nocturne de la poule d'eau ainsi que l'activité solitaire d'un poussin. Le héron strié lui a montré un comportement moins solitaire qu'attendu. Les données vidéographiques obtenues ont montré des perturbations potentielles d'origines anthropiques avec les rats et les activités telles que la pêche, la baignade et les activités nautiques (kayak et ski nautique).

B. Perspectives

Lors de cette étude, certaines difficultés ont été rencontrées, la capacité de la carte mémoire ne permettait pas de faire des enregistrements en continue durant les 24 heures ce qui engendre un manque de données. Il est intéressant dans la suite du projet d'expérimenter l'enregistrement continu ou alors l'activation du détecteur de mouvement. Le détecteur de mouvement n'a pas été choisi dans cette étude, car la portée est uniquement de 20 mètres, les observations faites sont

au-delà de 20 mètres. Il serait intéressant de l'utiliser au niveau des zones potentielles de nidifications laissées en hypothèse. Cependant, ces zones sont difficiles d'accès.

Avec la base de cette initiation, aucun lien significatif n'a été montré pour leur présence au niveau des secteurs. Des études plus approfondies pourraient être faites pour vérifier l'existence d'un potentiel lien entre les secteurs et le nombre d'oiseaux d'eau observés (effectifs). Il en est de même pour les classes horaires. De plus, poursuivre le projet est important pour déterminer l'existence d'impacts anthropiques potentiels. De plus, un des objectifs était de connaître les zones et horaires de fréquentations pour adapter les efforts de lutte de la RNNESP. La lutte présentera toujours un dérangement, néanmoins il faudrait continuer les poses des caméras fréquemment, et au niveau des zones de nidifications hypothétiques, faire des observations avant un effort de lutte, pendant les actions effectuées par la régie, mais également après ces passages. Ceci permettra d'observer le potentiel impact auquel les oiseaux d'eau sont soumis. A l'issue de l'étude globale, et à l'obtention d'une méthode de récolte des données avec des paramétrages adaptés, il serait intéressant d'étendre l'étude sur toute la RNNESP dans un premier temps puis de généraliser la méthode de récolte de données à l'ensemble de l'île. Ces données pourront également alimenter la base du Borbonica, le portail SINP de l'île de La Réunion. Le SINP, une organisation collaborative qui a pour objectif de faciliter le regroupement, la validation et la diffusion des données géolocalisées sur la biodiversité (faune, flore, champignons et habitats naturels) (Le Tellier s.d.). À partir de la banque de données créée, la réalisation de vidéos montrant dans un premier temps, la richesse de la ZH de la RNNESP et dans un second temps, le projet et les objectifs du suivi des deux espèces d'oiseaux d'eau : le héron strié et la poule d'eau pourront être réalisés et diffusés. Les vidéos seront diffusées à grande échelle gratuitement pour sensibiliser le public, sur les réseaux sociaux, et Internet. Des interventions dans les écoles pourront également être organisées pour informer et sensibiliser à la biodiversité dès les plus jeunes âges.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Attié M (2012) Diagnostic écologique de la réserve naturelle nationale de l'étang de Saint-Paul. RNF:216.
- Audacity® software is copyright © 1999-2021 Audacity Team. <https://audacityteam.org/>. It is free software distributed under the terms of the GNU General Public License. The name Audacity® is a registered trademark.
- Barré N (1983) Distribution et abondance des oiseaux terrestres de l'île de La Réunion (Océan Indien). *Rev Evol (Terre Vie)* 37:49.
- Barré N, Barau A, Jouanin C (2005) *Le grand livre des oiseaux de La Réunion*. Orphie.
- Biotope (2012) Réalisation d'un inventaire ornithologique des oiseaux de la réserve naturelle nationale de l'étang St Paul. 65.
- Blanchard F (1993) Expertise écologique d'une zone humide tropicale insulaire : L'étang de St paul - Ile de Réunion. 140.
- Cadet T (1977) Projet de création d'une réserve biologique intégrale autour de l'Étang de Saint-Paul. 3.
- DEAL Réunion (2013) La réserve naturelle nationale (RNN) de l'Etang de Saint-Paul. <http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/la-reserve-naturelle-nationale-rnn-de-l-etang-de-a280.html> (consulté le 28 décembre 2021)
- ECO-MED OI (2014) Réalisation d'un inventaire ornithologique et évaluation des populations de Héron strié et de Poule d'eau sur la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang Saint Paul. (Département de la Réunion), Réserve naturelle étang Saint-Paul:38.
- Finlayson CM, Gitay H, Bellio M, Van Dam R, Taylor I (2006) Climate variability and change and other pressures on wetlands and waterbirds : Impacts and adaptation. 12.
- Gavin MC, Solomon JN (2009) Active and Passive Bait-fishing by Black-Crowned Night Herons. *The Wilson Journal of Ornithology* 121:844–845.
- Jost J-P (2015) La Communication et L'Intelligence chez les animaux ou « Smart Faune ». 127.
- Lacoste M, Picot F (2009b) *Les Zones Humides de la Réunion. 2 : Cartographies*, CBNM, DIREN Réunion:196.
- Lacoste M, Picot F (2009a) *Les Zones Humides de la Réunion. 1 : Rapport & Annexes*, CBNM, DIREN Réunion:196.
- Le Marec J, Belaën F (2012) La création d'un observatoire : que s'agit-il de représenter ? *C&I* 2012:29–45.
- Le Tellier V (s.d.) Fonctionnement du SINP. <https://www.borbonica.re/sinp/> (consulté le 8 juin 2022)

- LIFE BIODIV'OM (2020) Nouvel appel à bénévoles pour sauver le Tuit-tuit ! <https://www.lifebiodivom.fr/en/nouvel-appel-a-benevole-pour-sauver-le-tuit-tuit/> (consulté le 8 juin 2022)
- Louisin J-M, Probst J-M (1996) Note sur la nidification de la Poule d'eau *Gallinula chloropus pyrrhorhoa* et du Butor *Butorides striatus rutenbergi* dans l'étang de Saint-Paul (île de La Réunion). Bulletin Phaethon 4:69–73.
- Ma Z, Cai Y, Li B, Chen J (2010) Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. Wetlands 30:15–27.
- Michon L (2017) Étang Saint-Paul. [Rapport technique] Université de la Réunion:3.
- Milon Ph (1951) Notes sur l'avifaune actuelle de l'île de la Réunion. TERRE et VIE:129–178.
- Microsoft Corporation, 2016. Microsoft Excel, disponible sur : <https://office.microsoft.com/excel>.
- ORB (s.d.) Données naturalistes || Observatoire biodiversité. http://www.observatoire-biodiversite-paca.org/environnement/ressources/donnees-naturalistes_57.html (consulté le 6 juin 2022)
- Probst J-M (1998) Le Butor ou Héron vert strié *Butorides striata*. 3.
- QGIS 3.16.12 Hannover - Équipe de développement QGIS, 2009. Système d'information géographique
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rahman F, Ismail A (2018) Waterbirds as an important ecosystem indicator.
- Régie RNNESP (2019) Projet de labellisation de l'Étang Saint-Paul au titre de la convention Ramsar. 10.
- Régie RNNESP, Biotope (2015) Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de l'Étang Saint-Paul 2015-2020. 365.
- Robert M (2021) Savanes et ravines du bas versant sous le vent de La Réunion: pour une approche paysagère des dynamiques végétales: le cas du *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 482.
- Robinson SK (1994) Use of Bait and Lures by Green-Backed Herons in Amazonian Peru. The Wilson Bulletin 106:567–569.
- Safford R, Hawkins F (2013) The Birds of Africa, Christopher Helm. A.F.A, London.
- Samraoui F, Alfarhan AH, Samraoui B (2013) Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. Ostrich 84:137–144.
- Sazima I (2007) Frustrated fisher: geese and tilapias spoil bait-fishing by the Green Heron (*Butorides striata*) in an urban park in Southeastern Brazil.

- Secrétariat de la Convention de Ramsar (2006) Le Manuel de la Convention de Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 4e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- SISR (2020) Fiche descriptive Ramsar - France (outre-mer) Étang de Saint-Paul (Site n°2398). Ramsar:25.
- SREPEN, Barbin K (2015) Étang Saint-Paul (040030003). INPN, SPN-MNHN Paris:12.
- Triplet P (2019) Dictionnaire de la diversité biologique et de la conservation de la nature.
- UICN France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE, Kélonia (2013) La Liste rouge des espèces menacées en France. Faune de La Réunion Paris, France:24.
- Wauchope HS, Jones JPG, Geldmann J, Simmons BI, Amano T, Blanco DE, Fuller RA, Johnston A, Langendoen T, Mundkur T, Nagy S, Sutherland WJ (2022) Protected areas have a mixed impact on waterbirds, but management helps. 103–107.

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Cartographie générale des délimitations des 23 zones humides de l'île de la Réunion dont 3 étangs littoraux : Étang de Saint-Paul, Étang du Gol et 2tang de Bois-Rouge, ©CBNM, 2009. [p31]

ANNEXE 2 : Photographie prise par ULM de la planèze du Grand Bénare et de la baie de Saint-Paul (Robert 2021), ©Hervé Douris, 2006.

Il est visible la baie de Saint-Paul et ses espaces bâtis sur le cordon dunaire (A) avec, juste derrière, les milieux lacustres de la RNNESP (B).

Derrière l'étang se présentent les «corniches de Saint-Paul», rebords de planèze occupés par des végétations savanaires arbustives et par quelques savanes herbacées : Bellemène (s1) et Crève-Coeur (s2). Au Sud de l'étang s'étendent les savanes herbacées de Plateau Caillou (s3) et du Cap La Houssaye (s4), tandis que celles du Port se présentent au Nord de l'étang (s5).

De nombreuses ravines entaillent la planèze du Grand Bénare : à gauche, le lit de la Rivière des Galets, grande ravine pérenne (r1). Le bassin versant de l'étang est lui constitué de quelques ravines pérennes comme le ravine Divon (r2), la ravine Bernica (r3) et la ravine Bassin Vital (r4). [p32]

ANNEXE 3 : Localisation des 24 sources hydrologiques identifiées sur l'ensemble de la RNNESP ©Régie RNNESP [p33]

ANNEXE 4 : Cartographie de la Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul et des six ravines adjacentes Ramsar ©Régie de la RNNESP.

Cette carte indique également les quartiers et bassins de vie qui entourent la RNNESP ainsi que les activités anthropiques exercées autour et sur la RNNESP. [p34]

ANNEXE 5 : Cartographie des actions de luttes exercées par la régie de la Réserve Naturelle Nationale Étang Saint-Paul sur les EEE végétales aquatiques (en bleu) et terrestres (en marron). ©Régie RNNESP [p35]

ANNEXE 6 : Image représentant l'Étang de Saint-Paul en 1650, avec les espèces d'oiseaux d'eau éteintes, actuellement, en 2022 sur l'île de La Réunion. [p35]

ANNEXE 7 : Photographies des secteurs de l'étude : A) aval B) prairie humide C) parc amazonne D) canal moulin à eau ©Régie RNNESP [p36]

ANNEXE 8 : Photographie **A)** du piège photographique Num'axes PIE1045 ©Num'axes (www.numaxes.com), **C)** d'un piège photographique installé sur une branche d'arbre à l'abris des regards ©Soudarani GANGAMA [p36]

ANNEXE 9 : Photographie **A)** de l'enregistreur sonore ZOOM H6-BLK ©Zoom Corp (zoomcorp.com), **B)** d'une prise d'enregistrement au niveau d'un point fixe ©Fanny ALBERTO-PAYET [p37]

ANNEXE 10 : Tableau récapitulatif des informations concernant les manipulations terrain pour les pièges photographiques [p37]

ANNEXE 11 : Photographie **A)** du bateau Annexes AD AERO accastillage diffusion by Plastimo ©Accastillage Diffusion et **B)** de Fanny Payet-Alberto gonflant le bateau juste avant de parcourir les cours d'eau ©Anne-Gaëlle LATERRIÈRE [p37]

ANNEXE 12 : Tableau brute des données d'observations vidéographiques [p38-39]

ANNEXE 13 : Sonogramme et spectrogramme de la vocalisation **A)** du héron strié **B)** de la poule d'eau [p39]

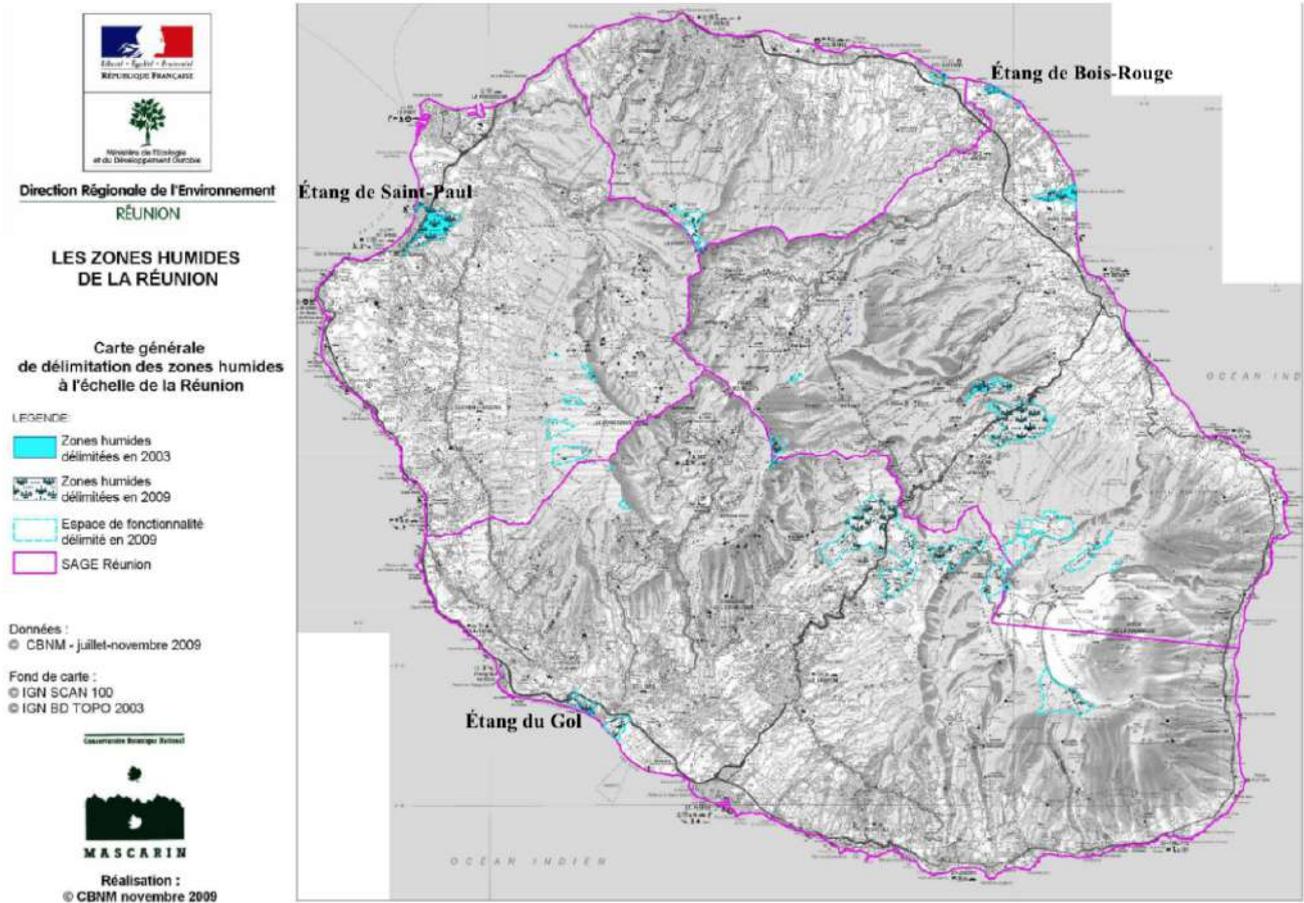
ANNEXE 14 ©Régie RNNESP : Cartographie représentant des tailles de cercles proportionnels aux effectifs d'observations **A)** du héron strié et **B)** de la poule d'eau [p40]

ANNEXE 15 : Sortie des commandes R pour le test de Khi^2 entre la variable "secteur" et les effectifs d'observations de héron strié et de poule d'eau [p41]

ANNEXE 16 : Sortie des commandes R pour le test de Khi^2 entre la variable "classe horaire" et les effectifs d'observations de héron strié et de poule d'eau [p41]

ANNEXES

ANNEXE 1 : Cartographie générale des délimitations des 23 zones humides de l'île de la Réunion dont 3 étangs littoraux : Étang de Saint-Paul, Étang du Gol et Étang de Bois-Rouge, ©CBNM, 2009.

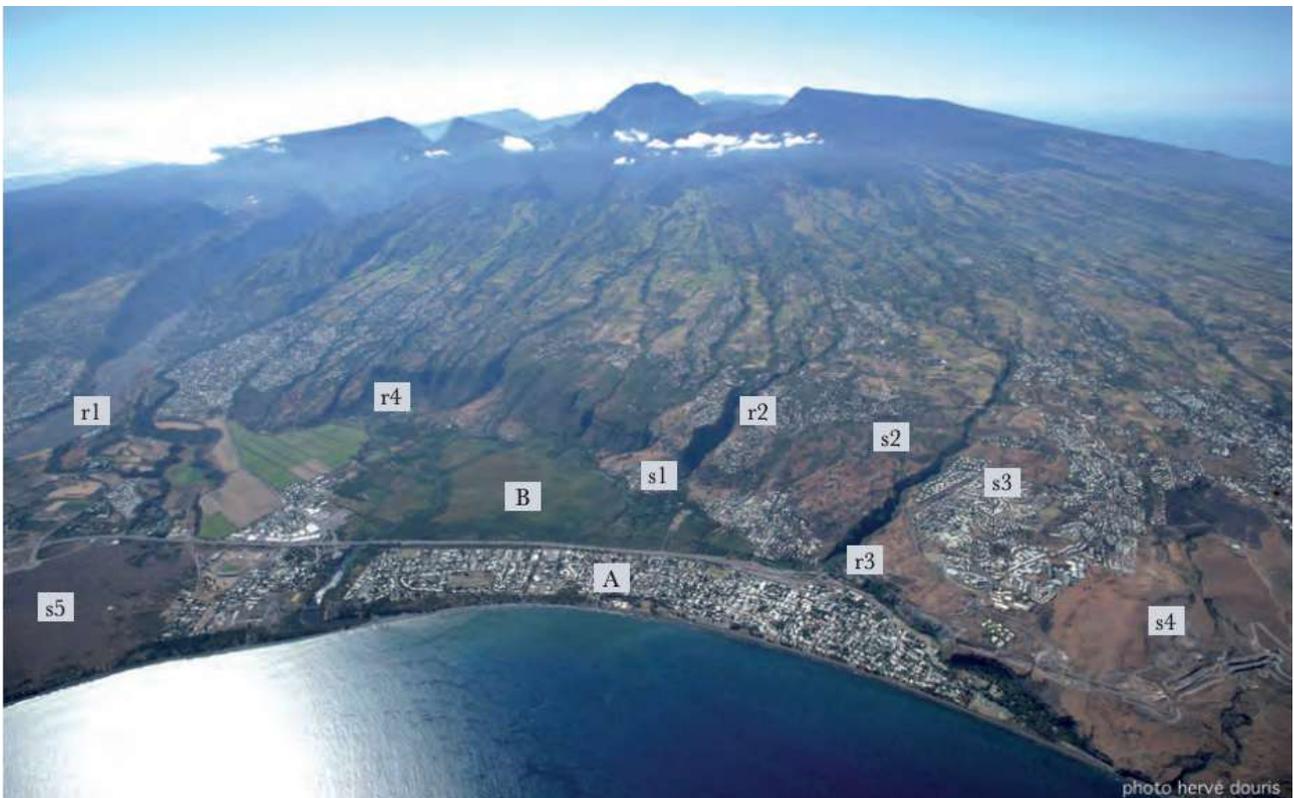


ANNEXE 2 : Photographie prise par ULM de la planèze du Grand Bénare et de la baie de Saint-Paul (Robert 2021), ©Hervé Douris, 2006.

Il est visible la baie de Saint-Paul et ses espaces bâtis sur le cordon dunaire (A) avec, juste derrière, les milieux lacustres de la RNNESP (B).

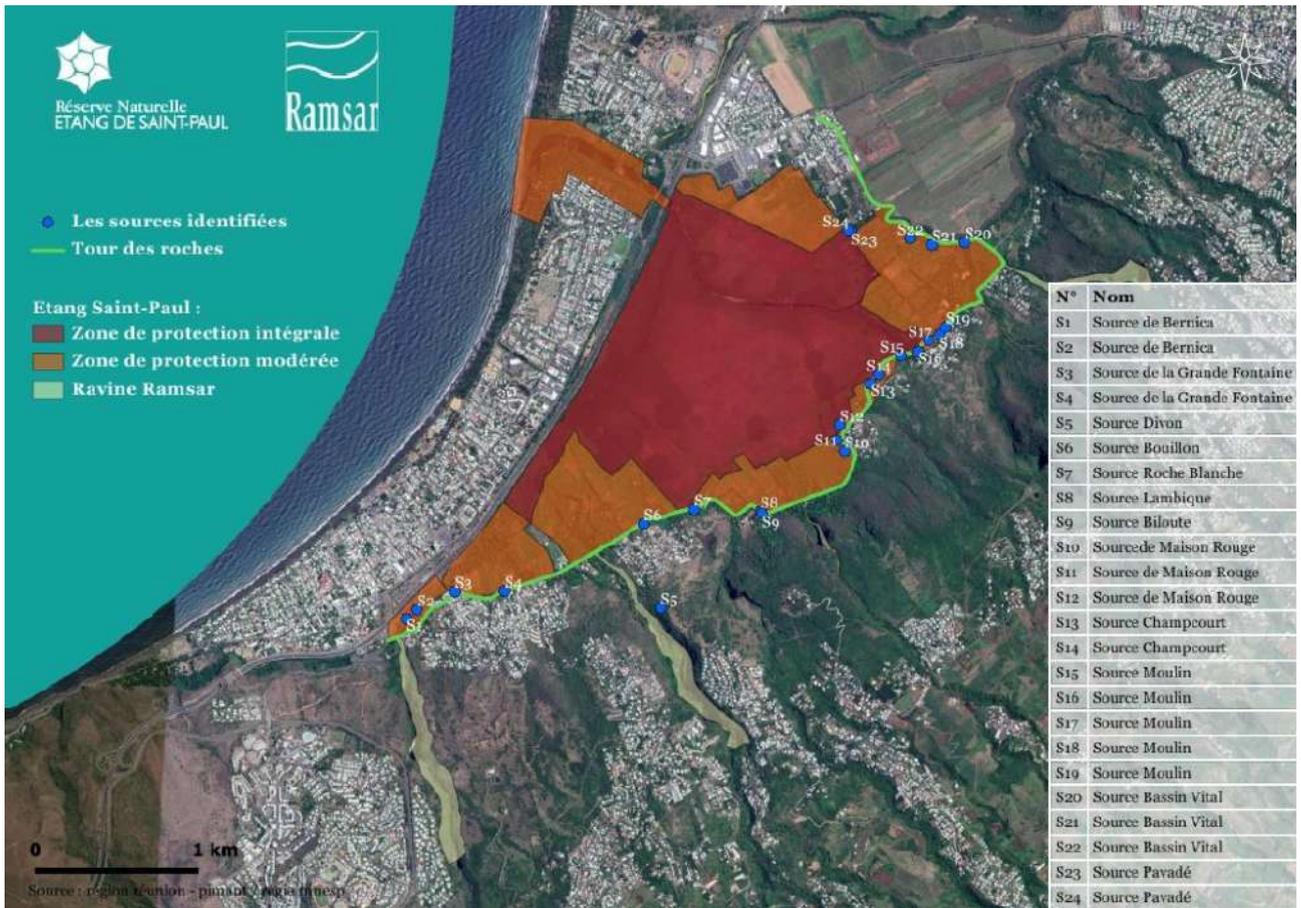
Derrière l'étang se présentent les «corniches de Saint-Paul», rebords de planèze occupés par des végétations savanaires arbustives et par quelques savanes herbacées : Bellemène (s1) et Crève-Coeur (s2). Au Sud de l'étang s'étendent les savanes herbacées de Plateau Caillou (s3) et du Cap La Houssaye (s4), tandis que celles du Port se présentent au Nord de l'étang (s5).

De nombreuses ravines entaillent la planèze du Grand Bénare : à gauche, le lit de la Rivière des Galets, grande ravine pérenne (r1). Le bassin versant de l'étang est lui constitué de quelques ravines pérennes comme le ravine Divon (r2), la ravine Bernica (r3) et la ravine Bassin Vital (r4).



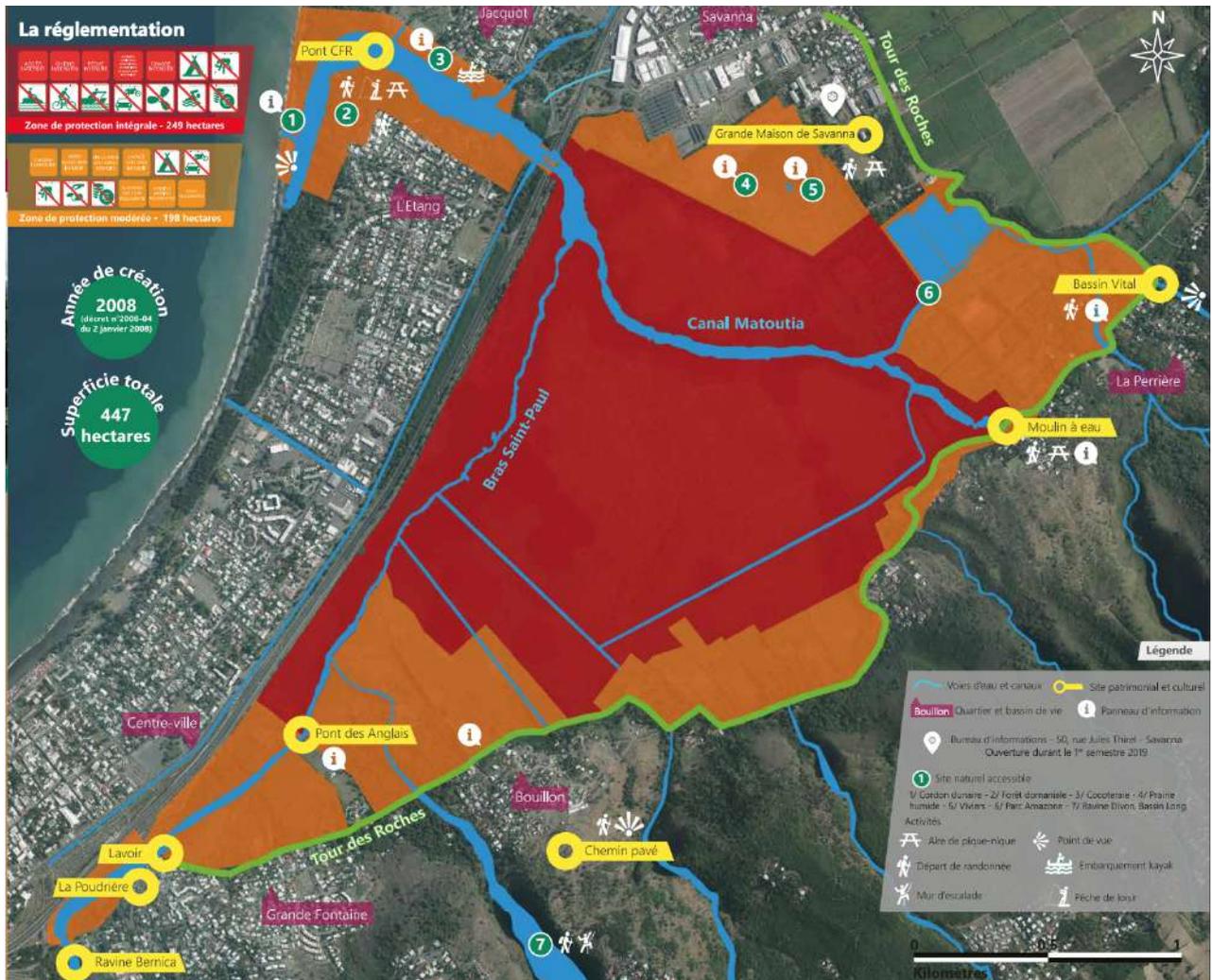
ANNEXE 3 : Localisation des 24 sources hydrologiques identifiées sur l'ensemble de la RNNESP

©Régie RNNESP

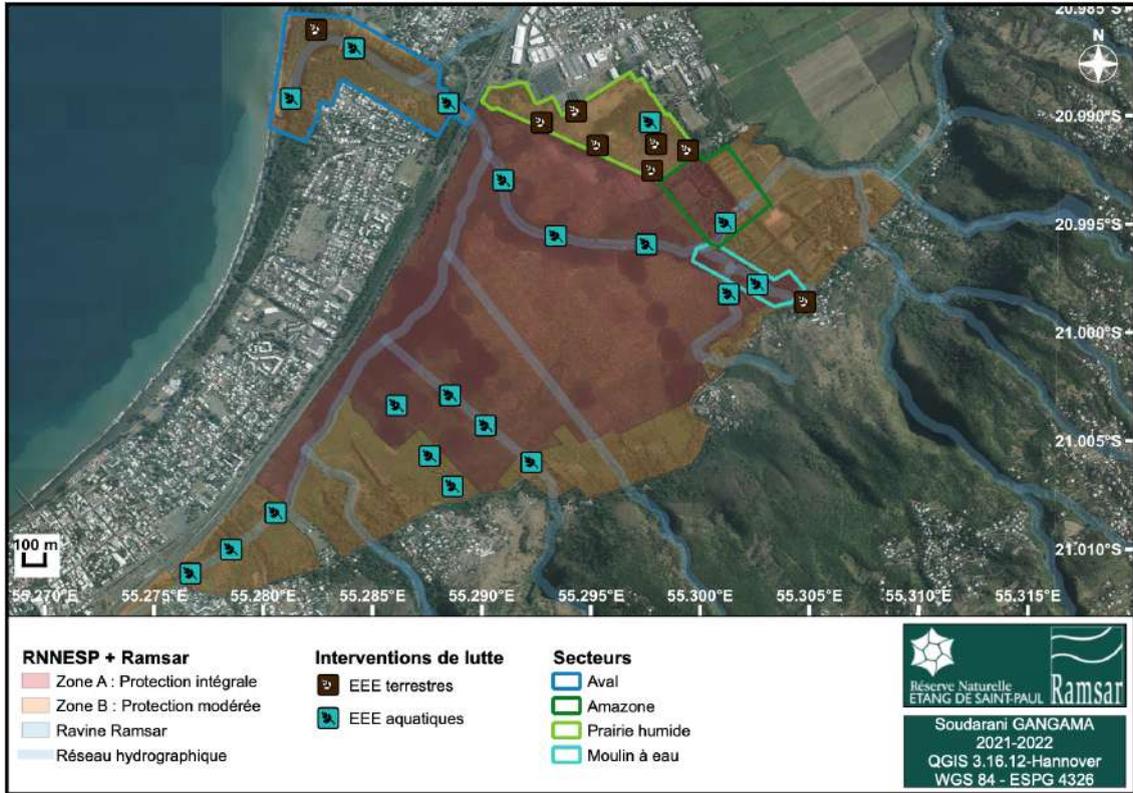


ANNEXE 4 : Cartographie de la Réserve Naturelle Nationale Étang de Saint-Paul et des six ravines adjacentes Ramsar ©Régie de la RNNESP.

Cette carte indique également les quartiers et bassins de vie qui entourent la RNNESP ainsi que les activités anthropiques exercées autour et sur la RNNESP.



ANNEXE 5 : Cartographie des actions de luttés exercées par la régie de la Réserve Naturelle Nationale Étang Saint-Paul sur les EEE végétales aquatiques (en bleu) et terrestres (en marron).
©Régie RNNESP



ANNEXE 6 : Image représentant l'Étang de Saint-Paul en 1650, avec les espèces d'oiseaux d'eau éteintes, actuellement, en 2022 sur l'île de La Réunion.

Aigrette dimorphe
(*Egretta dimorpha*)

Flamant rose
(*Phoenicopterus roseus*)

Cormoran africain
(*Phalacrocorax africanus*)

Sarcelle de Théodore
(*Anas theodori*)

Foulque de Newton
(*Fulica newtonii*)

Bihoreau de Dubois
(*Nycticorax duboisi*)



Poule sultane
(*Porphyrio porphyrio*)

©European School



Ibis solitaire
(*Threskiornis solitarius*)

©Natural History Museum



Oie de Kervazo
(*Aloochen kervazoi*)

©Natural History Museum



Râle des bois
(*Crex egregia*)

© C. G. Finch-Davies

ANNEXE 7 : Photographies des secteurs de l'étude : A) aval B) prairie humide C) parc amazonie D) canal moulin à eau ©Régie RNNESP



ANNEXE 8 : Photographie A) du piège photographique Num'axes PIE1045 ©Num'axes (www.numaxes.com), C) d'un piège photographique installé sur une branche d'arbre à l'abris des regards ©Soudarani GANGAMA



ANNEXE 9 : Photographie A) de l'enregistreur sonore ZOOM H6-BLK ©Zoom Corp (zoomcorp.com), B) d'une prise d'enregistrement au niveau d'un point fixe ©Fanny ALBERTO-PAYET



A



B

ANNEXE 10 : Tableau récapitulatif des informations concernant les manipulations terrain pour les pièges photographiques

Pose	ele	X	Y	N° GPS	Zone	Secteur	Piege	Orientation	D-H_pose	D-H_retrait	Duree	Chemin d'accès	Manipulateurs	Observations
1	7.067221	55.296993	-20.990739	466	B	prairie_humide	1	sud-ouest	8/3/22 13:48	9/3/22 13:58	24:10:00	Prairie humide/1_Ba_08.03	Fanny/Muriel/Soudarani	
2	51.240726	55.296812	-20.990564	427	B	prairie_humide	2	sud-ouest	10/3/22 14:48	11/3/22 14:40	23:52:00	Prairie humide/1_Ba_10.03	Fanny/Christophe/Muriel	Panneau solaire détaché de la cam
3	30.156794	55.295647	-20.991444	428	B	prairie_humide	3	sud-ouest	14/3/22 15:20	15/3/22 15:20	24:00:00	Prairie humide/1_Ba_14.03	Fanny/Muriel/Océane	
4	38.094906	55.295114	-20.99135	430	B	prairie_humide	4	nord-est	17/3/22 15:16	18/3/22 14:25	23:09:00	Prairie humide/1_Ba_17.03	Fanny/Océane/Muriel	
5	17.589617	55.296937	-20.990908	432	B	prairie_humide	3	est	22/3/22 14:40	23/3/22 14:06	23:26:00	Prairie humide/3_Ba_22.03	Fanny/Muriel/Soudarani	
6	19.483728	55.296932	-20.990874	434	B	prairie_humide	4	ouest	22/3/22 14:44	23/3/22 14:01	23:17:00	Prairie humide/4_Ba_22.03	Fanny/Muriel/Soudarani	
7	17.608994	55.296946	-20.990884	433	B	prairie_humide	2	sud-ouest	22/3/22 14:42	23/3/22 14:01	23:19:00	Prairie humide/2_Ba_22.03	Fanny/Muriel/Soudarani	
8	17.054405	55.283848	-20.986154	444	B	aval	5	sud	30/3/22 07:32	31/3/22 07:20	23:48:00	Données/aval/5_Bh_30.03	Fanny/Soudarani	
9	14.878901	55.281193	-20.988051	436	B	aval	2	est	30/3/22 08:01	31/3/22 07:36	23:35:00	Données/aval/2_Bg_30.03	Fanny/Soudarani	
10	16.577158	55.300858	-20.995373	441	A	parc_amazone	4	sud	30/3/22 13:45	31/3/22 13:21	23:36:00	nées/Amazon/4_Ar_30.03	Fanny/Soudarani/Giovanni	
11	12.374887	55.300213	-20.992141	443	A	parc_amazone	3	sud-ouest	30/3/22 14:04	31/3/22 14:05	24:01:00	nées/Amazon/3_Bd_30.03	Fanny/Soudarani/Giovanni	
12	9.816628	55.283749	-20.987188	447	B	aval	1	nord	31/3/22 08:21	01/04/22 08:06	23:45:00	Données/aval/1_Bi_31.03	Fanny/Soudarani	Manque de données de 3h30 à 6h17
13	51.13802	55.302009	-20.993936	449	B	parc_amazone	2	sud-est	31/3/22 13:58	01/04/22 14:10	24:12:00	nées/Amazon/2_Be_31.03	Fanny/Soudarani	
14	27.017485	55.299831	-20.992436	451	A	parc_amazone	5	nord	31/3/22 14:20	01/04/22 14:15	23:55:00	nées/Amazon/5_Bd_31.03	Fanny/Soudarani	
15	5.072773	55.300533	-20.996402	454	A	moulin_a_eau	3	est	06/04/22 09:22	07/04/22 09:32	24:10:00	moulin_a_eau/3_Af_06.04	Fanny/Anne-Gaëlle	Perte d'un bout du capuchon panneau solaire
16	8.382959	55.301251	-20.996994	455	A	moulin_a_eau	1	nord	06/04/22 09:36	07/04/22 09:40	24:04:00	a_eau/1_Af_06.04	Fanny/Anne-Gaëlle	Changement d'orientation à 11h45 + Manque de données de 4h40 à 6h26
17	-45.232647	55.284097	-20.986132	530	B	aval	1	sud	05/05/22 07:52	06/05/22 08:26	24:34:00	Données/aval/1_Bh_05.05	Fanny/Soudarani	Manque de données de 3h38 à 6h25
18	-13.096838	55.283944	-20.98617	532	B	aval	3	sud-ouest	05/05/22 08:05	06/05/22 08:27	24:22:00	Données/aval/3_Bh_05.06	Fanny/Soudarani	Manque de données de 3h45 à 6h27
19	12.568859	55.284656	-20.987624	537	B	aval	5	nord-ouest	20/05/22 07:59	21/05/22 06:37	22:38:00	Données/aval/5_Bi_20.05	Fanny/Soudarani	Manque de données de 2h18 à 6h31
20	14.409428	55.287234	-20.988142	536	B	aval	3	sud-est	20/05/22 08:58	21/05/22 09:58	25:00:00	Données/aval/3_Bi_20.05	Fanny/Soudarani	Manque de données de 17h50 à 6h39

ANNEXE 11 : Photographie A) du bateau Annexes AD AERO accastillage diffusion by Plastimo ©Accastillage Diffusion et B) de Fanny Payet-Alberto gonflant le bateau juste avant de parcourir les cours d'eau ©Anne-Gaëlle LATERRIÈRE



A



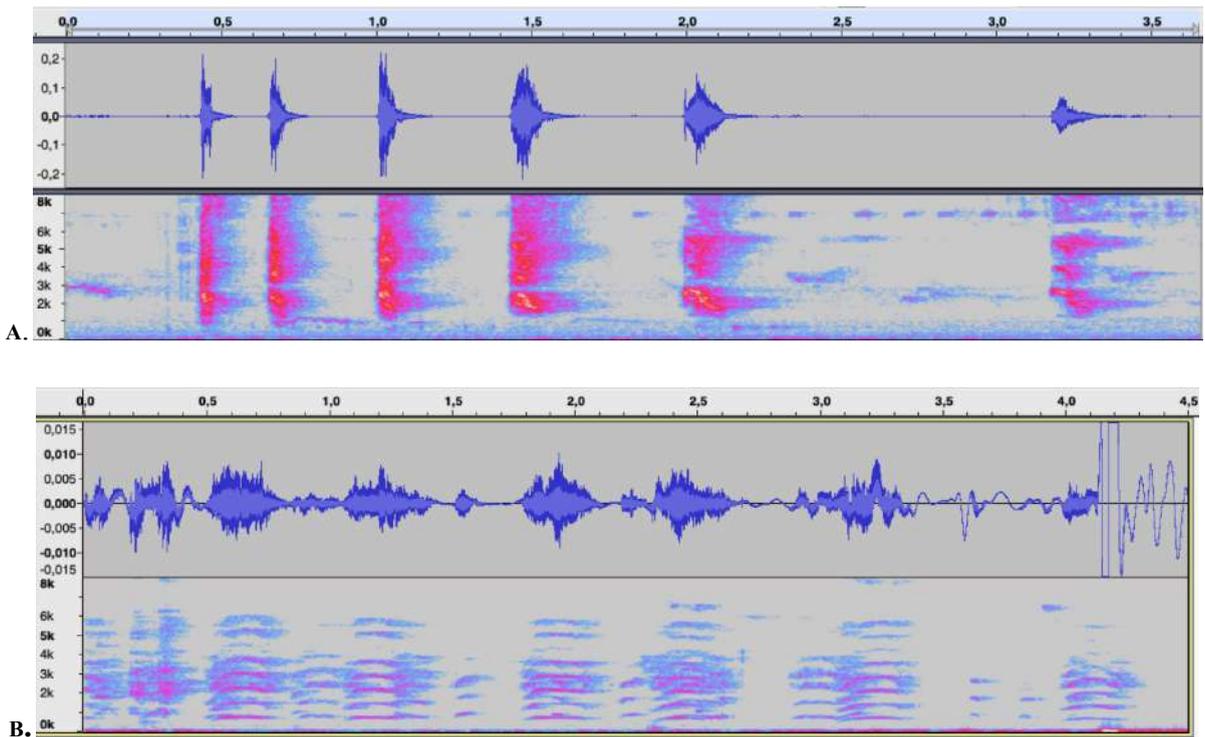
B

ANNEXE 12 : Tableau brute des données d'observations vidéographiques

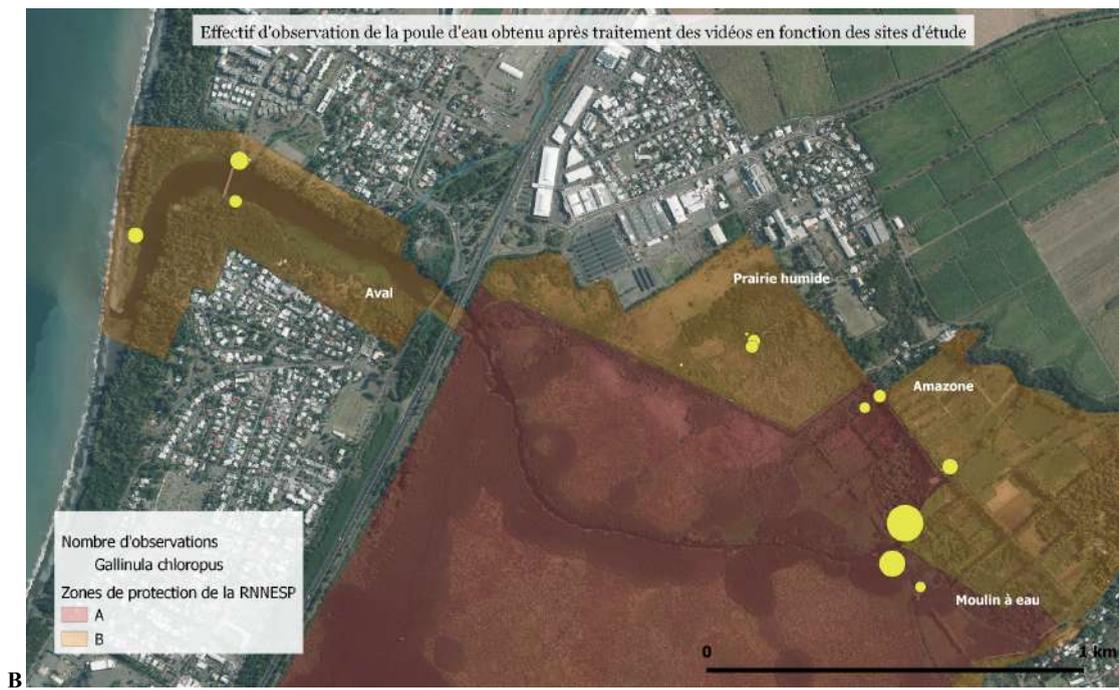
Pose	Zone	Secteur	Piège	Non_capturé_vidéo	Date_observation	Heure_observation	espèce_observée	Effectif_total	Effectif_adulte	ectif_jeunes	Comportement	Commentaire
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00040	08/03/2022	17:41:30	Gallinula chloropus	1	1			
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00163	09/03/2022	06:05:58	Butorides striata	1				pas sûr hein. Pêtre touterelle malgache
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00163	09/03/2022	06:06:03	Butorides striata	1	1			doute
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00163	09/03/2022	06:06:23	Butorides striata				en vol	le même que le précédent
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00168	09/03/2022	06:35:44	Butorides striata	1	1			
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00175	09/03/2022	07:18:32	Gallinula chloropus	1	1			
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00176	09/03/2022	07:24:41	Gallinula chloropus	1	1			
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00178	09/03/2022	07:36:15	Butorides striata	2				
1	B-a	prairie_humide	1	VD_00178	09/03/2022	07:36:55	Gallinula chloropus	1	1			
2	B-a	prairie_humide	2	VD_00209	10/03/2022	17:36:39	Butorides striata	1				
2	B-a	prairie_humide	2	VD_00153	11/03/2022	06:07:39	Butorides striata	1				
2	B-a	prairie_humide	2	VD_00159	11/03/2022	06:43:08	Gallinula chloropus	1	1			
2	B-a	prairie_humide	2	VD_00192	11/03/2022	10:02:44	Butorides striata	1				
4	B-b	prairie_humide	4	VD_00188	18/03/2022	10:07:27	Gallinula chloropus	1				
5	B-a	prairie_humide	3	VD_00198	23/03/2022	10:34:40	Gallinula chloropus	1				on peut entendre distinctement son cri
6	B-a	prairie_humide	4	VD_00207	23/03/2022	11:23:12	Gallinula chloropus	1				
7	B-a	prairie_humide	2	VD_00206	23/03/2022	11:23:31	Gallinula chloropus	1		1	Pose au début puis déplacement dans l'eau	Juvénile ?
7	B-a	prairie_humide	2	VD_00014	22/03/2022	16:02:18	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement dans l'eau	
7	B-a	prairie_humide	2	VD_00016	22/03/2022	16:14:10	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement dans l'eau	
7	B-a	prairie_humide	2	VD_00171	23/03/2022	07:51:45	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement dans l'eau	
8	B-h	aval	5	VD_00005	30/03/2022	07:56:48	Gallinula chloropus	1	1		Marche sur les laïnes d'eau	
8	B-h	aval	5	VD_00006	30/03/2022	08:02:44	Gallinula chloropus	1	1			
8	B-h	aval	5	VD_00007	30/03/2022	08:09:05	Butorides striata	1	1			
8	B-h	aval	5	VD_00014	30/03/2022	08:50:44	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement en vol de l'autre côté	Pas sûr ?
8	B-h	aval	5	VD_00017	30/03/2022	09:03:20	Gallinula chloropus	1	1		Marche sur la végétation et "cherche"	
8	B-h	aval	5	VD_00027	30/03/2022	10:09:29	Gallinula chloropus	1	1			
8	B-h	aval	5	VD_00091	30/03/2022	16:36:50	Gallinula chloropus	1	1			
8	B-h	aval	5	VD_00099	30/03/2022	17:25:14	Gallinula chloropus	1	1			
8	B-h	aval	5	VD_00100	30/03/2022	17:31:52	Butorides striata	2	2			
8	B-h	aval	5	VD_00233	31/03/2022	06:56:40	Gallinula chloropus	1	1		En vol, un à la suite de l'autre	Pas sûr ?
9	B-g	aval	2	VD_00010	30/03/2022	8:56:19	Butorides striata	1	1		Déplacement	
9	B-g	aval	2	VD_00022	30/03/2022	10:08:11	Gallinula chloropus	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00024	30/03/2022	10:20:56	Butorides striata	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00025	30/03/2022	10:26:44	Gallinula chloropus	2	2			
9	B-g	aval	2	VD_00034	30/03/2022	11:21:21	Butorides striata	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00049	30/03/2022	12:51:34	Gallinula chloropus	1	1		Mange	
9	B-g	aval	2	VD_00050	30/03/2022	12:54:35	Gallinula chloropus	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00072	30/03/2022	15:10:42	Butorides striata	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00105	30/03/2022	18:31:02	Gallinula chloropus	1	1			
9	B-g	aval	2	VD_00223	31/03/2022	06:25:08	Butorides striata	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00019	30/03/2022	15:33:48	Gallinula chloropus	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00020	30/03/2022	15:40:18	Gallinula chloropus	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00043	30/03/2022	17:58:55	Gallinula chloropus	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00044	30/03/2022	18:04:58	Gallinula chloropus	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00175	31/03/2022	07:17:31	Gallinula chloropus	1	1		Sur la végétation	la même que précédemment ?
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00176	31/03/2022	07:23:46	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement dans l'eau	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00177	31/03/2022	07:19:37	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00178	31/03/2022	07:36:02	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00179	31/03/2022	07:41:50	Gallinula chloropus	1	1		Traverse l'eau	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00189	31/03/2022	08:42:13	Gallinula chloropus	1	1		Sur la végétation, recherche	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00195	31/03/2022	09:18:37	Gallinula chloropus	2	2		Déplacement dans l'eau	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00196	31/03/2022	09:24:47	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation (1 à gauche, 1 à droite)	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00199	31/03/2022	09:42:48	Gallinula chloropus	1	1		De la végétation à l'eau	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00200	31/03/2022	09:49:24	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement de la droite vers la gauche	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00201	31/03/2022	09:54:57	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation à gauche	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00202	31/03/2022	10:01:01	Gallinula chloropus	1	1		Dans l'eau entre la végétation	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00203	31/03/2022	10:07:06	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation (à droite)	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00204	31/03/2022	10:13:06	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation (à droite)	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00206	31/03/2022	10:37:23	Gallinula chloropus	1	1		Dans la végétation (à droite)	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00209	31/03/2022	10:43:19	Gallinula chloropus	1	1		Traverse l'eau	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00210	31/03/2022	10:50:03	Gallinula chloropus	1	1			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00213	31/03/2022	11:07:29	Gallinula chloropus	2	2			
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00231	31/03/2022	12:56:21	Gallinula chloropus	3	3		Sur la végétation	
10	A-e	parc_amazone	4	VD_00232	31/03/2022	13:02:26	Gallinula chloropus	3	3		Déplacement dans l'eau, sur la végétation	
11	A-d	parc_amazone	3	VD_00039	30/03/2022	17:54:51	Gallinula chloropus	1	1		Déplacement dans l'eau, sur la végétation	
11	A-d	parc_amazone	3	VD_00040	30/03/2022	18:00:59	Gallinula chloropus	1	1		Sort des végétations et y retourne	
11	A-d	parc_amazone	3	VD_00163	31/03/2022	06:24:48	Gallinula chloropus	1	1		Recherche	
11	A-d	parc_amazone	3	VD_00164	31/03/2022	06:30:52	Gallinula chloropus	1	1		Dans les végétations	
12	B-b	aval	1	VD_00019	31/03/2022	10:09:24	Butorides striata	1				
12	B-b	aval	1	VD_00023	31/03/2022	10:33:17	Gallinula chloropus	1				
12	B-b	aval	1	VD_00041	31/03/2022	12:22:32	Gallinula chloropus	1				
12	B-b	aval	1	VD_00097	31/03/2022	18:01:47	Gallinula chloropus	1				
12	B-b	aval	1	VD_00207	01/04/2022	07:46:57	Gallinula chloropus	1				
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00020	31/03/2022	15:53:13	Gallinula chloropus	1				
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00037	31/03/2022	17:35:38	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00041	31/03/2022	17:59:57	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00042	31/03/2022	18:05:56	Gallinula chloropus	1			Peut être des juvéniles à côtés ?	
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00178	01/04/2022	07:49:15	Gallinula chloropus	1			Vers la végétation	
13	B-e	parc_amazone	2	VD_00197	01/04/2022	09:43:58	Gallinula chloropus	1				
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00043	31/03/2022	18:28:36	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00044	31/03/2022	18:35:20	Gallinula chloropus	1			Se déplace dans l'eau + marche sur une branche	
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00045	31/03/2022	18:40:36	Gallinula chloropus	1			Se déplace	
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00046	31/03/2022	-	Gallinula chloropus				Ne bouge pas sur la végétation, recherche?	
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00047	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00048	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00049	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00050	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00051	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00052	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00053	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00054	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00055	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00056	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00057	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00058	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00059	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00060	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00061	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00062	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					

14	A-d	parc_amazone	5	VD_00076	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00077	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00078	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00079	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00080	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00081	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00082	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00083	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00084	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00085	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00086	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00087	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00088	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00089	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00090	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00091	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00092	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00093	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00094	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00095	31/03/2022	-	Gallinula chloropus					
14	A-d	parc_amazone	5	VD_00096	31/03/2022	23:49:44	Gallinula chloropus					
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00008	06/04/2022	10:01:42	Gallinula chloropus	1			Se déplace dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00009	06/04/2022	10:07:55	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00010	06/04/2022	10:13:40	Gallinula chloropus	1			Sur la végétation, à vérifier !	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00011	06/04/2022	10:19:47	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00014	06/04/2022	10:37:55	Gallinula chloropus	1			Sur la végétation, pas sûr	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00047	06/04/2022	13:08:15	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau le long de la végétation, à vérifier !	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00071	06/04/2022	16:23:25	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00078	06/04/2022	17:05:03	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00081	06/04/2022	17:23:25	Gallinula chloropus	1			Sur la végétation puis dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00089	06/04/2022	18:11:44	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00092	06/04/2022	18:29:46	Gallinula chloropus	3			Déplacement dans l'eau et sur la végétation à gauche	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00093	06/04/2022	18:35:54	Gallinula chloropus	1			va au même endroit que les précédentes ?	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00210	07/04/2022	06:23:48	Gallinula chloropus	1			va au même endroit encore	
15	A-f	moulin_a_eau	3	VD_00222	07/04/2022	07:36:16	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
16	A-f	moulin_a_eau	1	VD_00008	06/04/2022	10:18:21	Gallinula chloropus	1				
16	A-f	moulin_a_eau	1	VD_00016	06/04/2022	11:06:35	Gallinula chloropus	1				
16	A-f	moulin_a_eau	1	VD_00070	06/04/2022	16:33:20	Gallinula chloropus	1				
17	B-b	aval	1	VD_00060	05/05/2022	13:49:35	Butorides striata	1			En vol	
17	B-b	aval	1	VD_00100	06/05/2022	17:51:05	Gallinula chloropus	1			Déplacement dans l'eau	
18	B-b	aval	3	VD_00043	05/05/2022	12:18:58	Butorides striata	1			En vol	
18	B-b	aval	3	VD_00072	05/05/2022	15:14:21	Butorides striata	3			1 post puis en vol et 2 en vol (un après l'autre)	

ANNEXE 13 : Sonogramme et spectrogramme de la vocalisation A) du héron strié B) de la poule d'eau



ANNEXE 14 : Cartographie représentant des tailles de cercles proportionnels aux effectifs d'observations A) du héron strié et B) de la poule d'eau ©Régie RNNESP



ANNEXE 15 : Sortie des commandes R pour le test de χ^2 entre la variable “secteur” et les effectifs d’observations de héron strié et de poule d’eau

```
> chisq.test(heron$secteur, heron$Freq)
      Pearson's Chi-squared test
data:  heron$secteur and heron$Freq
X-squared = 8, df = 6, p-value = 0.2381
```

Héron strié :

```
> chisq.test(poule$secteur, poule$Freq)
      Pearson's Chi-squared test
data:  poule$secteur and poule$Freq
X-squared = 12, df = 9, p-value = 0.2133
```

Poule d’eau :

ANNEXE 16 : Sortie des commandes R pour le test de χ^2 entre la variable “classe horaire” et les effectifs d’observations de héron strié et de poule d’eau

```
> chisq.test(heure_effectif$Tranche_horaire, heure_effectif$Freq)
      Pearson's Chi-squared test
data:  heure_effectif$Tranche_horaire and heure_effectif$Freq
X-squared = 21, df = 18, p-value = 0.2794
```

Héron strié :

```
> chisq.test(heure_effectif$Tranche_horaire, heure_effectif$Freq)
      Pearson's Chi-squared test
data:  heure_effectif$Tranche_horaire and heure_effectif$Freq
X-squared = 42, df = 36, p-value = 0.227
```

Poule d’eau :