

## Suivi de la population d'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) par capture-marquage-recapture sur l'îlet Chancel (Le Robert)

- Résultats 2024 -



Duporge N., Pauwels J., Valin C., Correia A., de Montgolfier B.,

Juin 2024

# **Suivi de la population d'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) par Capture-Marquage- Recapture sur l'îlet Chancel (Le Robert)**

**- Résultats 2024 -**

*Juin 2024*

Mots clés : conservation, monitoring, CMR, *Iguana delicatissima*, photo-identification

**En bibliographie**, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Duporge N., Pauwels J., Valin C., Correia A. de Montgolfier B.- 2024** – Suivi de la population d'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) par capture-marquage-recapture sur l'îlet Chancel (Le Robert) – Résultats 2024 – AQUASEARCH- ONF MARTINIQUE, Juin 2024, 34 pages.

## Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Logistique de la mission .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Protocole de suivi .....</b>	<b>7</b>
1. Validation et répétabilité du protocole.....	7
2. Zone d'étude .....	7
3. Collecte des données.....	8
<b>4. Résultats et analyses de la CMR 2024 .....</b>	<b>10</b>
1. Résultats du suivi .....	10
2. Analyse des données .....	13
<b>5. Exploitation des données de photo-identification .....</b>	<b>15</b>
1. Principe de la photo-identification.....	15
2. Test de l'outil Photo-id assisté par ordinateur .....	17
3. Résultats de photo-Identification .....	19
4. Comparaison avec les résultats historiques de CMR « physique ».....	25
<b>6. Veille Iguane commun .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Conclusion .....</b>	<b>29</b>
<b>8. Bibliographie .....</b>	<b>31</b>
<b>9. Annexes .....</b>	<b>33</b>

## Liste des Figures

Figure 1- Zone d'étude et découpage des zones de prospection .....	8
Figure 2 - Répartition des captures sur la zone d'étude : individus déjà porteurs une puce électronique en rouge) et individus sans puce électronique avant capture en orange .....	10
Figure 3 - Individu 0006CA1058, bagué MB155, pris en photo en Mars 2024 .....	11
Figure 4 - Iguane ayant un abcès à la mâchoire inférieure .....	12
Figure 5 - Exemple d'exploration de cavités pour la capture des iguanes sur l'îlet Chancel .....	13
Figure 6 - Évolution journalière des captures et recaptures au cours de la CMR 2024 de l'îlet Chancel .....	14
Figure 7 - Estimation des effectifs de la population d'Iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel .....	14
Figure 8 - Points de référence I3S Pattern pour Iguana delicatissima (d'après Balandraud, 2020) .....	15
Figure 9 - Emplacement des 3 points de référence (bleu), zone d'étude (vert) et carte de point générée sous I3S Pattern (rouge) pour Iguana delicatissima .....	16
Figure 10 - Exemple comparaison de proposition de similarité et cartes de points I3S Pattern (Rouge : carte de la photo en cours de traitement, Bleu : carte d'une photo déjà enregistrée et marquée) .....	17
Figure 11 - Détourage de la Zone d'étude testée : intérieur bouche inclus (a) vs exclu (b) .....	18
Figure 12 - Extrait de la BDD de suivi d'évaluation I3S .....	18
Figure 13 - Comparaison des cartes, rangs et scores pour deux photos d'IPA comparées avec : les 2 bouches ouvertes (a) et l'une bouche ouverte et l'autre bouche fermée (b) .....	21
Figure 14 - Distribution des rangs et des scores des matchs des individus recapturés pour les photos 2012, 2013 et 2024 traitées (n=37) .....	22
Figure 15 - Distribution des rangs et des scores des matchs des individus recapturés pour les indices de qualité des photos A à C (matchs 2012, 2013 et 2024) .....	22
Figure 16 - Distribution des rangs et des scores des matchs des individus recapturés en fonction de l'indice de qualité des photos (matchs 2024 uniquement) .....	23
Figure 17 - Comparaison entre les profils gauches 2024 et cartes de points I3S pour 000695AD41 et 0006E797AE qui sont bien deux individus différents malgré un score de 23. ....	24
Figure 18 - Comparaison de la distribution des scores au rang 1 pour les primo-capturés (orange) et les scores de match des individus recapturés en fonction de la qualité des photos (nuances de bleu). ....	25
Figure 19 – Position géographique de l'iguane commun abattu le 26/03/24 sur l'îlet Chancel .....	27
Figure 20 - Photographies de l'iguane commun abattu par l'OFB à l'îlet Chancel le 26/03/2024 .....	28

## Liste des Tableaux

Tableau 1 - Principe du déroulement de CMR pluriannuel .....	7
Tableau 2 - Synthèse des résultats des suivi CMR à Chancel depuis 2014 .....	11
Tableau 3 - Calcul de l'indice de qualité photo pour les clichés traités sous I3S Pattern .....	19
Tableau 4 - Effort d'échantillonnage pour l'analyse photo-identification .....	20



## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des personnes et des structures qui ont participé à la préparation et à la réalisation de la mission : Wilfrid BELHUMEUR (Mairie du Robert), Harris BRISTOL (bénévole), Devon CARTER (Anguilla National Trust), Julie GRESSER (DEAL), Alexis GUILLEUX (ONF), Giovanni HUGUES (Anguilla National Trust), Adélie PARIS (OFB), Ira PIERRE (Forestry Wildlife & Parks Division Dominica), Megan QUACH (bénévole SEPANMAR), Océane RAVIN (bénévole), Ludvina RENIA (ONF), Diédrick THOBOR (bénévole), Kévin URVOY (bénévole), Thibaud VILETTE (bénévole), Mei-Li ZOZIME (bénévole).



Direction  
de l'environnement,  
de l'aménagement et du logement



## 1. INTRODUCTION

L'Iguane des petites Antilles, endémique de cette région, est une espèce considérée en danger critique d'extinction selon la dernière évaluation de l'UICN en 2018. Dans les Antilles françaises, cette espèce fait l'objet d'un Plan National d'Actions (PNA) ayant pour but le rétablissement des populations sur les territoires français (Angin, 2017). L'objectif III du PNA est de « Suivre les tendances d'évolution des populations d'iguanes des petites Antilles et de leurs habitats » et l'action III.1 vise à « Poursuivre le suivi des populations d'Iguane des petites Antilles » (priorité 1).

En Martinique, la population d'Iguane des petites Antilles la mieux connue est celle de l'îlet Chancel. En effet, elle y a fait l'objet d'études depuis les années 1990. Ces travaux ont abouti à la **définition d'un protocole de suivi de la population par Capture-Marquage-Recapture (CMR) mis en œuvre sur l'îlet de 2013 à 2021**. Ce protocole permet d'estimer plusieurs paramètres démographiques de la population comme la probabilité de survie et le taux de recrutement, mais aussi d'estimer la taille de la population. Les résultats de ce suivi ont permis d'acquérir une meilleure connaissance de l'espèce en général, de cette population en particulier et d'orienter les mesures de conservation à mettre en œuvre pour la préserver. De plus, ce travail est l'occasion de **réaliser un suivi sanitaire sur les individus et de faire une veille quant à la présence éventuelle d'Iguane commun (*Iguana iguana*) ou d'hybrides**.

Après deux années sans déploiement du protocole de CMR à l'îlet Chancel (2022 et 2023), l'équipe de coordination du PNA a réuni des experts le 2 février 2023, pour orienter au mieux les actions de connaissance à mettre en œuvre. De cette réunion a découlé la décision de reconduire le suivi par CMR stoppé en 2021. Il a aussi été décidé de **tester la photo-identification comme alternative à l'utilisation des puces électroniques pour identifier les animaux individuellement**.

Ce rapport présente donc les modalités de la mise en œuvre du suivi de population d'Iguane des petites Antilles par CMR réalisé en 2024 à l'îlet Chancel, ainsi que les résultats d'observation, d'estimation de population et photo-identification obtenus.





## 2. LOGISTIQUE DE LA MISSION

Si l'ensemble du protocole scientifique de suivi par CMR a pu être déployé selon les mêmes modalités que pour les suivis précédents, l'organisation logistique générale de la mission a lui été modifiée du fait de l'évolution de la situation du propriétaire résident de l'îlet. En effet, ce dernier ne résidant plus sur place, il n'a pas été possible de réitérer la mise en place d'un hébergement des participants sur l'îlet directement.

La solution retenue a donc été la location d'un logement directement sur la marina du Robert pour accueillir l'ensemble des participants de la mission. Ceux-ci étaient logés et nourris dans le cadre de leur participation au suivi. Un prestataire nautique dédié a été affrété par l'ONF Martinique pour assurer le transport de l'équipe entre la marina et l'îlet, matin et soir, pour l'ensemble des jours de la mission terrain. Pour optimiser le parcours des zones prévues au protocole et les déplacements des différentes équipes, l'embarquement a eu lieu chaque jour à 7h, afin de déposer la moitié des binômes au niveau du ponton de la zone 3 et l'autre moitié au niveau des ruines avant 7h30 (voir Figure 1). Chaque binôme avait ainsi le temps de rejoindre la zone qui lui avait été attribuée pour la journée afin de commencer la prospection à 8h. A la fin de la journée de prospection (16h30), les binômes rejoignaient un des points de RDV du bateau pour retourner à la marina.

En amont de la mission, une journée de reconnaissance terrain et balisage des zones sur l'îlet a été réalisée 3 jours avant le démarrage et en présence de Julie GRESSER (DEAL), Alexis GUILLEUX (ONF) et Sébastien ADELON (ONF). La veille de la mission, le protocole et ses objectifs ainsi que toutes les informations techniques nécessaires à sa mise en œuvre et à la réalisation de la mission ont été présentés en détail aux participants. Les protocoles de détection, de capture, de contention et de relevé des mesures ont été détaillés et illustrés. Le matériel ainsi que la nature et les outils de collecte des données à relever ont été présentés et testés avec les participants. Enfin, les consignes d'hygiène et de sécurité ont été précisées pour s'assurer du bon déroulement de l'opération, à la fois pour les participants et pour les iguanes. Un focus sur le risque Iguane commun et les caractéristiques qui permettent de distinguer l'Iguane des petites Antilles de l'Iguane commun et des hybrides a également été présenté.

Au regard des contraintes personnelles des intervenants bénévoles, certains participants ne sont venus que pour une ou deux journées de terrain. Afin d'assurer le succès de la mission et la qualité de déploiement des protocoles, ils ont systématiquement été mis en binôme avec une personne expérimentée afin que celle-ci leur explique le principe du protocole et des manipulations avant de commencer le suivi et puisse le former au cours de la journée. **Tous les intervenants participants ont également été inscrits nominativement à l'arrêté DEAL-SPEB-R02-2023-04-03-0004 autorisant la manipulation des iguanes des petites Antilles suite à leur formation.** La participation de ces acteurs bénévoles locaux issus de divers structures territoriales, associatives ou étudiantes aura permis de former pour l'avenir de futurs participants récurrents au protocole de suivi de population d'iguane des petites Antilles par CMR sur l'îlet Chancel.



### 3. PROTOCOLE DE SUIVI

#### 1. VALIDATION ET REPETABILITE DU PROTOCOLE

Le principe des actions de suivis en Capture-Marquage-Recapture (CMR) met en œuvre des sessions primaires, déployées annuellement, qui englobent X sessions secondaires, ces dernières correspondant aux X jours de parcours et captures journalières du secteur échantillonné (Tableau 1). L'ensemble de la population du secteur ne pouvant être capturé en entier au cours des sessions, l'estimation statistique de la taille de la population est basée sur les proportions de captures et recaptures (réobservations) effectuées entre les jours 1 à X de la session annuelle.

Tableau 1 - Principe du déroulement de CMR pluriannuel

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	...
N		5 jours				
N+1		5 jours				
N+2		5 jours				
N+3		5 jours				
...		...	...			

: Périmètre de la session primaire de l'année

X jours : Nombre de sessions secondaires de la session primaire concernée

Le protocole de suivi de la population d'Iguane des petites Antilles par Capture-Marquage-Recapture sur l'îlet Chancel a ainsi été validé dans le cadre du Plan National d'Actions 2018-2022 pour le rétablissement de l'espèce (Angin, 2017). Cette méthode est mise en œuvre avec une session primaire annuelle de 5 sessions secondaires successives depuis 2012 sur l'îlet mais aussi en Guadeloupe sur la Réserve Naturelle des îlets de Petite Terre et sur la Pointe des Colibris à La Désirade (Angin, 2016). Afin de ne pas avoir de biais dû à la saisonnalité sur le jeu historique de données collectées, le suivi est toujours réalisé à Chancel entre le 15 mars et le 15 avril. Le suivi déployé pour cette session 2024 a ainsi été mis en œuvre selon les méthodologies du protocole évoqué ci-dessus et déployé du **25 au 29 mars 2024**. Afin d'explorer la pertinence de l'outil photo-identification, la prise de vue de 2 clichés des profils de tête droits et gauche des individus ont été ajoutés aux données collectées.

#### 2. ZONE D'ETUDE

L'îlet Chancel est situé sur la commune du Robert, sur la côte Ouest de la Martinique, au Sud de la presqu'île de la Caravelle. Le suivi est réalisé sur l'ensemble de l'îlet ce qui correspond à une superficie d'environ 80 ha (Figure 1). Seules les zones d'accès dangereux (falaises) ne sont pas prospectées pour des raisons de sécurité. L'îlet est divisé en 6 zones de prospection.



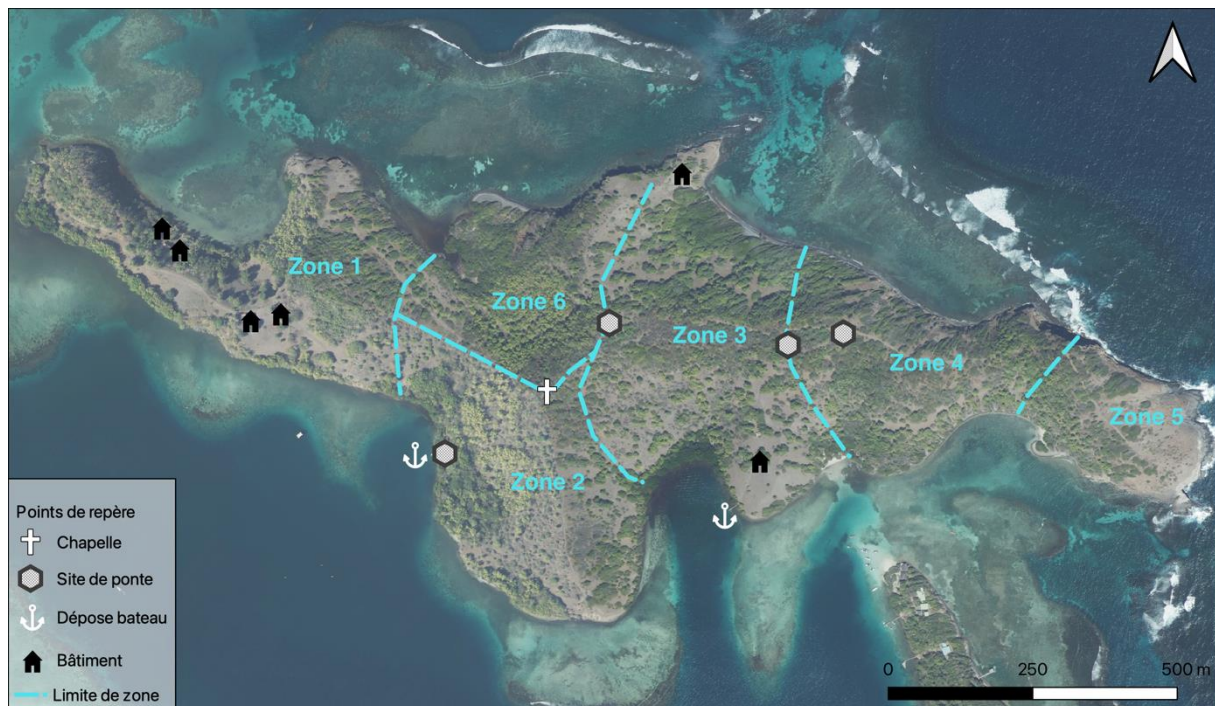


Figure 1- Zone d'étude et découpage des zones de prospection

### 3. COLLECTE DES DONNEES

Le suivi se déroule sur 5 jours consécutifs au cours desquels chacune des six zones est prospectée de manière homogène par un binôme pendant 7,5h. Afin de limiter le biais observateur, les binômes et l'attribution des zones changent chaque jour. Le suivi démarre à 8h et se termine à 16h30 avec une heure de pause le midi. Le suivi est réalisé uniquement lorsque les conditions météorologiques sont correctes, c'est-à-dire en absence de pluie ou de vent important. Un jour de rattrapage est prévu au planning prévisionnel, au cas où le suivi devrait être annulé ou interrompu au cours des cinq jours initialement prévus.

Les binômes parcourent la zone qui leur a été attribuée pour la journée et à chaque fois qu'ils observent un iguane, ils tentent de le capturer. Les informations les plus importantes à collecter dans le cadre de la CMR sont celles concernant l'identification de l'individu. Le protocole ayant été mis en place depuis plusieurs années, certains individus sont déjà identifiés grâce à des puces électroniques (PIT, « *Passive Integrated Transponder* »). A chaque capture, le binôme cherche en premier lieu à déterminer si l'individu a déjà un PIT en utilisant un lecteur de puce (Trovan LID 560). Si l'individu est déjà identifié, le numéro de PIT est noté, sinon une puce (PIT Trovan ID100) est injectée sous l'épiderme de la face interne de la patte postérieure gauche de l'animal. Ce marquage unique permettra de suivre l'individu lors des prochaines captures annuelles.

Lors de sa première capture physique, l'individu est également marqué de manière temporaire grâce à l'inscription d'un code sur les deux flancs. Ce code alphanumérique (eg. "B22") correspond à la zone d'observation (A pour la zone 1, B pour la zone 2, etc.) et au numéro de capture (ie. le chiffre augmente à chaque individu supplémentaire capturé). Ce marquage est réalisé à l'aide de feutres semi-permanents à base d'eau et s'effacera au bout de quelques mois. Ce code permet aux opérateurs de constater à distance que l'individu a déjà été capturé lors des jours précédents et qu'il n'est pas nécessaire de le recapter physiquement pour lire son numéro de PIT-TAG. Ce marquage permet d'éviter les multiples manipulations d'un même individu et donc de limiter le stress induit par cette campagne CMR sur la population d'iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel.

A partir du deuxième jour de suivi, une ré-observation d'un individu marqué est à considérer comme une recapture. Le ratio entre le nombre de nouveaux individus marqués et le nombre d'individus recapturés permettra d'estimer la taille et l'évolution de la population, par modélisation

Afin de tester l'utilisation de la photo-identification comme substitut non invasif aux puces électroniques dans le cadre de la CMR, les profils de tête de l'animal sont pris en photo à la capture. En positionnant la tête de l'animal, bouche fermée, devant une ardoise sur laquelle est noté le numéro de PIT de l'animal, le lien entre les deux types de marquage est enregistré et archivé.

En plus des informations concernant l'identification des individus, les informations suivantes sont relevées :

#### Informations de capture

- Date, heure et nom des observateurs
- Météo (soleil, pluie, nuages, vent)
- Point GPS de la capture
- Support sur lequel était l'individu (végétal, sol, bâti)

#### Informations sur l'individu

- Capture ou recapture
- Numéro de PIT
- Numéro de capture
- Photos des profils
- Sexe
- Mesures biométriques : longueur du corps (pointe du nez au cloaque), longueur totale (pointe du nez au bout de la queue), poids.
- Mue (début, milieu, fin, absence)
- État reproductif pour les femelles (gravide ou non)
- État sanitaire (présence d'abcès, de tiques, de mites, de blessures, de particularités)
- État général (Bon, moyen, mauvais)
- Remarques (Exemple : présence éventuelle d'une bague métallique au fanon, particularités anatomiques, ...).

L'ensemble des données sont saisies sous un format compatible avec l'outil [MadiNati](#) et transmis à l'ONF Martinique.

Pour la première fois sur les campagnes de CMR Iguane des petites Antilles, les données de terrain ont été collectées à l'aide d'un formulaire numérique généré sur la plateforme [KoboToolBox](#). Les observateurs ont utilisé le formulaire depuis leur téléphone portable. Les données ont été vérifiées quotidiennement à l'issue des journées terrain pour rechercher de potentielles erreurs et corrigées le jour même. L'utilisation d'un formulaire numérique de saisie KoboToolBox permet d'uniformiser et de sécuriser la collecte des données, même sans couverture réseau GPRS. Pour éviter les erreurs ou oublis, toutes les questions du formulaire doivent être obligatoirement complétées pour permettre sa validation et sa transmission. Aussi, le formulaire permet le téléchargement de clichés pour la photo-ID et crée un lien automatique entre les clichés et les données collectées pour un individu.

Le suivi par CMR ne permet de capturer qu'un échantillon de la population de l'îlet. Pour traiter les données collectées, le logiciel Mark (16/05/1995 – Module Capture) est utilisé afin de modéliser les paramètres démographique et l'estimation de la population suivie. De par la nature des données, le modèle utilisé prend en compte une population où la probabilité de capture entre les individus est hétérogène.





## 4. RESULTATS ET ANALYSES DE LA CMR 2024

### 1. RESULTATS DU SUIVI

Le suivi s'est déroulé du 25 au 29 mars 2024 sur cinq jours consécutifs. Il n'a plu que brièvement le 26 mars et il n'y a donc pas eu besoin de stopper le suivi. L'interception d'un iguane commun en Zone 1 le 26 Mars 2024 a toutefois réduit de 1,5 heures le temps de prospection de la zone ce jour-là (cf. Section 6). Le volume horaire manquant a été rattrapé en partie le soir même (30 min) et l'heure restante a été rattrapée le 28/03/2024 par deux binômes en simultanée sur la Zone 1 de 7h30 à 8h00.

#### Captures et recaptures

Au total, **147 individus** différents ont été capturés dont 67 mâles, 77 femelles et 3 individus pour lesquels le sexe n'a pas pu être déterminé. Le sexe ratio de capture 2024 est donc de 0,87. L'ensemble des individus capturés sont des adultes (longueur museau-cloaque > 22 cm), sauf pour un individu juvénile (longueur museau-cloaque < 18 cm).

Sur l'ensemble des captures, **109 individus avaient déjà été identifiés avec un PIT lors des campagnes précédentes et 38 individus n'étaient pas déjà porteurs d'une puce électronique** (Figure 2). Le taux de nouveaux individus identifiés pour la CMR Chancel 2024 est donc de 26%, soit un taux supérieur aux dernières années (Tableau 2).

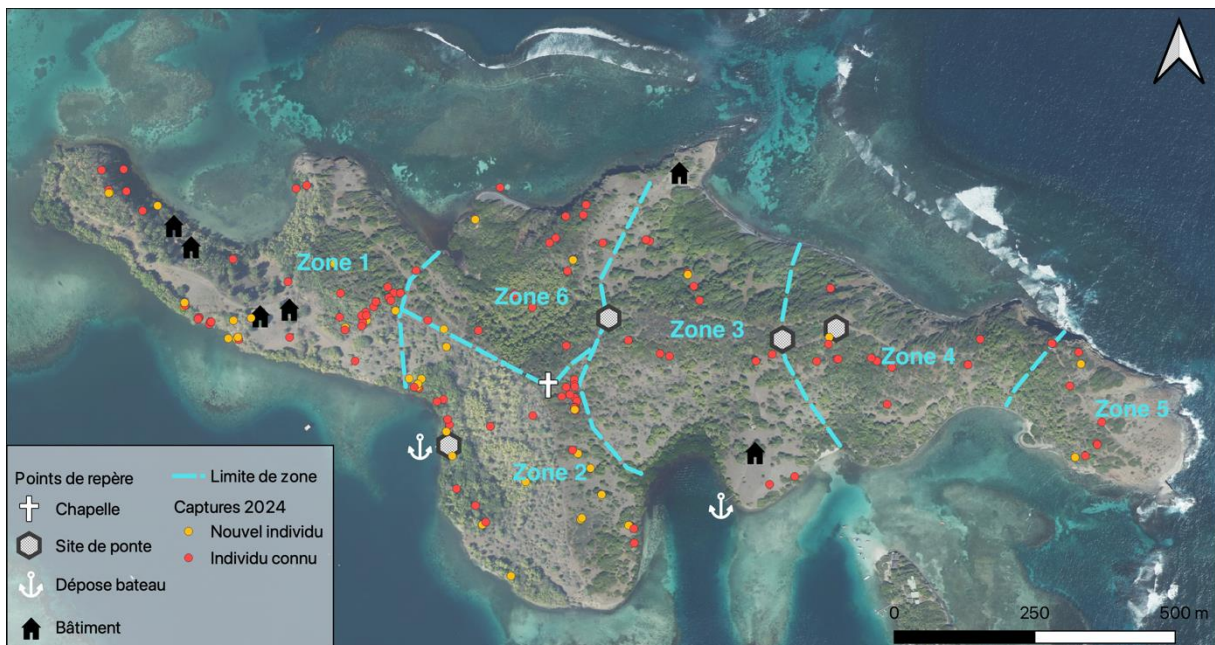


Figure 2 - Répartition des captures sur la zone d'étude : individus déjà porteurs une puce électronique en rouge et individus sans puce électronique avant capture en orange



À titre informatif pour l'évolution des tendances issues de suivis historiques, les résultats obtenus pour 2024 sont comparés avec les résultats des précédentes campagnes CMR réalisées sur l'îlet Chancel présentés dans les rapports suivants : Rodrigues 2013, Curot-Lodéon 2015, Angin 2016 et 2017, Angin & Belfan 2018, 2019, 2020 et 2021.

Ainsi, à partir du deuxième jour, les recaptures d'individus déjà marqués au cours de la mission ont été enregistrées grâce aux numéros de capture des flancs. Trente-deux recaptures d'iguanes marqués ont été observées, correspondant à 25 individus différents : 20 ont été revus 1 fois, 3 ont été revus 2 fois et 2 ont été revus 3 fois (Tableau 2).

Tableau 2 - Synthèse des résultats des suivi CMR à Chancel depuis 2014

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2024
Nb d'individus capturés	321	359	279	292	280	267	213	192	<b>147</b>
Sexe ratio de capture	1,06	0,88	0,79	0,85	0,90	1,01	0,72	0,78	<b>0,87</b>
Nb de nouveaux individus identifiés	70	111	52	57	59	61	37	40	<b>38</b>
Taux de nouveaux individus identifiés	26%	31%	19%	20%	21%	23%	17%	21%	<b>26%</b>
Nb de réobservations	88	159	83	102	87	72	52	50	<b>32</b>

### Biométrie et longévité

Les résultats de mesures biométriques des animaux capturés semblent similaires aux données des années précédentes (voir Annexe 1). Parmi les femelles, 13 ont été estimées gravides soit 17% des femelles. Ce taux est cohérent avec les années précédentes où la proportion moyenne de femelles gravides était de 15% (min. 5% - max 29%) (Rodrigues 2013, Curot-Lodéon 2015, Angin 2016 et 2017, Angin & Belfan 2018, 2019, 2020 et 2021).

Par ailleurs, il est à noter que fin 1990 et début 2000, Mark Day et Michel Breuil ont marqué des individus à l'aide de bagues métalliques placées au niveau du fanon gulaire (Breuil, 1997). Certains spécimens ont été observés avec des trous dans le fanon qui pourraient avoir pour origine une bague aujourd'hui décrochée. L'individu 0006CA1058 (Figure 3), bagué le 18 avril 2002 (longueur du corps : 23 cm) et pucé en 2009, a ainsi été recapturé cette année avec sa bague MB155, soit 22 ans plus tard (longueur du corps : 29,4 cm).

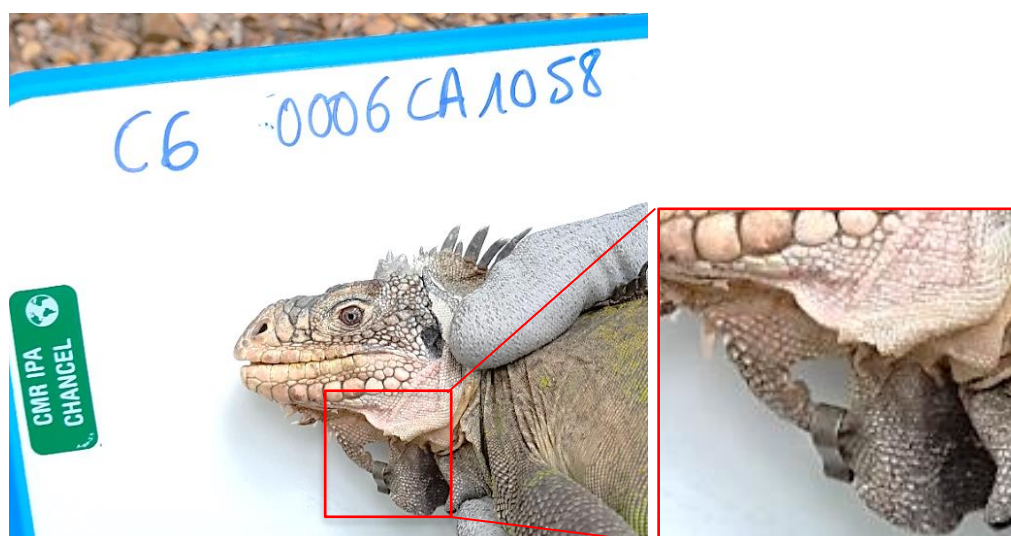


Figure 3 - Individu 0006CA1058, bagué MB155, pris en photo en Mars 2024

## Etat sanitaire

D'un point de vue sanitaire, la très large majorité des individus (93%) sont considérés comme ayant un bon état général, c'est-à-dire que l'on estime visuellement que leur survie à long terme n'est pas menacée. Toutefois 8 individus ont été constatés en état général « moyen » et 2 individus en « mauvais » état. Pour ces derniers, leur état général d'engraissement ou de santé apparent laisse à penser que leur survie à court terme est très menacée.

Au regard des relevés observés en 2024, les niveaux d'infestation par les tiques (1%) et par les mites (22%) sont les plus bas enregistrés depuis 2012. La proportion d'individu ayant des tiques avait déjà diminué de manière importante entre 2012 (40%) et 2021 (6%). L'infestation par les mites était à son paroxysme en 2019 (98%) mais avait déjà diminué en 2021 (67%). Les niveaux d'infestation constatés pour ces deux parasites sont similaires pour les mâles et les femelles (voir Annexe 2).

Parmi les animaux capturés cette année, 13% des mâles (N=9) et 4% des femelles (N=3) présentaient des abcès (Figure 4). Ce biais sexuel est observé dans les données historiques avec une proportion de mâles ayant des abcès toujours plus importante que les femelles (voir Annexe 2). L'origine de ces abcès, non caractérisée microbiologiquement pour les individus de ce suivi 2024, pourrait avoir diverses origines, dont la potentielle présence de la bactérie *Devriesea agamarum*, découverte pour la première fois il y a quelques années sur des iguanes des petites Antilles de Saint-Barthélemy. L'infection se traduit le plus fréquemment par la formation d'abcès dont le nombre et la taille augmentent et entravent fortement l'individu atteint jusqu'à causer sa mort. Cependant, *Devriesea agamarum* n'a jamais été détectée sur l'îlet Chancel (Ardops & Belfan, 2018) et les individus n'ont pas été testés au cours du suivi 2024. La présence de ces abcès peut également être par exemple liée à la forte fréquentation des buissons de cactées présents sur l'îlet par les Iguanes. En effet nombre d'entre eux ont été observés avec des épines plantées dans l'épiderme, ces dernières pouvant donner lieu à l'apparition d'abcès ou d'enkystements.



Figure 4 - Iguane ayant un abcès à la mâchoire inférieure



## Ecologie

Il est à noter que de très nombreux iguanes ont été attrapés à l'intérieur de cavités dans les troncs des arbres situés sur l'îlet (*Tabebuia heterophylla* sur pieds principalement) ou dans le sol, en bordure de talus. L'exploration de toutes les cavités rencontrées par les binômes a été systématique pour assurer le protocole (Figure 5), y compris pour pouvoir relire les codes de numéro de capture apposés sur les flancs.



Figure 5 - Exemple d'exploration de cavités pour la capture des iguanes sur l'îlet Chancel

Au cours des 5 journées de CMR 2024, l'observation des iguanes dans des cavités a été reportée à toute heure de la journée par les observateurs entre 7h30 et 16h30. Des individus ont notamment été observés dans le tronc durant de longues plages horaires car réobservés au même endroit lors de passages répétés durant le parcours des zones concernées. Si ce comportement est reporté comme commun pour ces individus sur l'îlet depuis le déroulé des campagnes annuelles de CMR, il questionne toutefois sur l'écologie locale de ces individus, tant pour l'allocation du budget-temps journalier (pour les activités de nourrissage par exemple), que pour l'ensoleillement nécessaire à cette espèce poïkilotherme.

## 2. ANALYSE DES DONNEES

Le nombre de captures et recaptures réalisées lors du suivi CMR 2024 à l'îlet Chancel sont présentées de J1 à J5 à la Figure 6. On observe que des individus marqués sont réobservés en proportions variables tous les jours à partir de J2 (recaptures). Le taux de recapture augmente au cours du temps, passant de 7% à J2 à 26% à J5. Il apparaît également une légère augmentation du nombre de nouveaux individus capturés à J4 et J5.



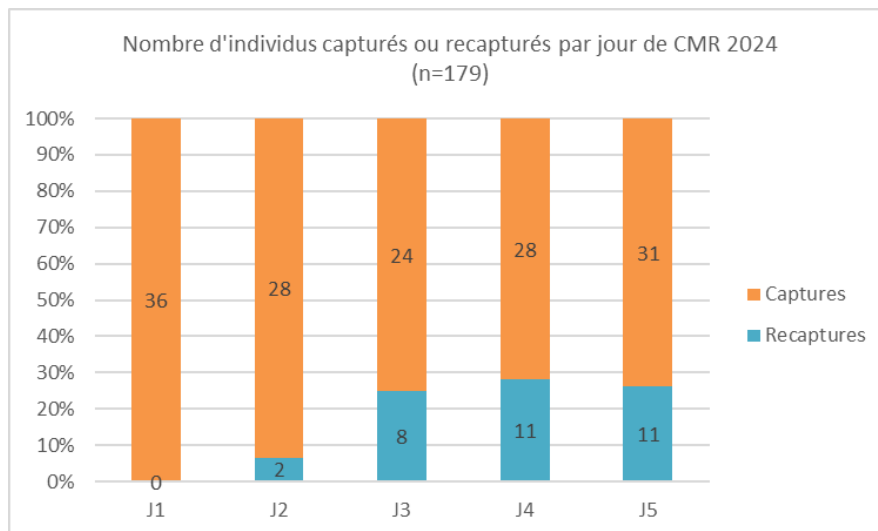


Figure 6 - Évolution journalière des captures et recaptures au cours de la CMR 2024 de l'îlet Chancel

Les analyses réalisées sous Mark indiquent un léger biais sexuel de la probabilité de capture, avec une probabilité de capture de 0,115 pour les mâles contre 0,0893 pour les femelles et une probabilité de capture globale de 0,0981 pour la population entière.

Par ailleurs, les modélisations établissent que l'effectif total estimé de femelles comprend 208 [IC95% : 147-336] individus et que l'effectif total de mâles est de 146 [IC95% : 108-220] individus (Figure 7), soit un sex-ratio estimé est de 0,70 alors que le sex-ratio observé en capture est de 0,87. Ainsi **lors de la campagne CMR 2024, la population totale d'iguanes sur l'îlet Chancel est estimée à 363 individus [IC95% : 255-556]**.

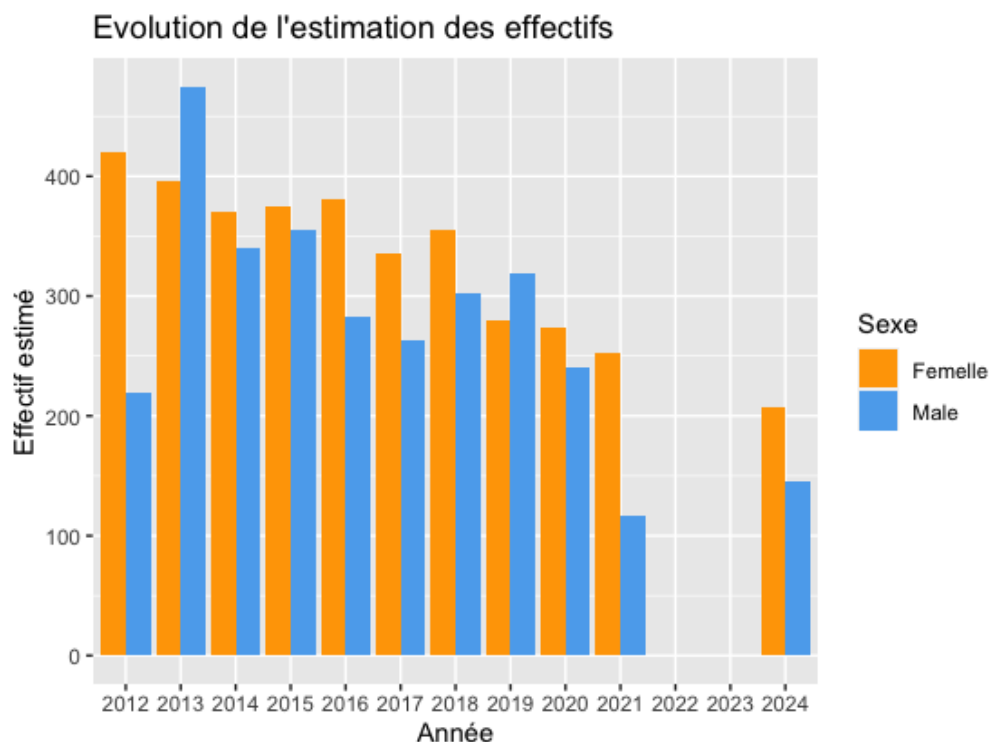


Figure 7 - Estimation des effectifs de la population d'Iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel



## 5. EXPLOITATION DES DONNEES DE PHOTO-IDENTIFICATION

### 1. PRINCIPE DE LA PHOTO-IDENTIFICATION

La photo-identification utilise les marques naturelles sur les animaux pour permettre leur identification individuelle. Le module Pattern du [logiciel I3S](#) est utilisé ici suite à sa validation comme étant opérationnel pour *Iguana delicatissima* sur les profils droits et gauche de la tête des individus (Balandraud, 2020). Le fonctionnement du logiciel nécessite deux opérations principales pour l'analyse des clichés : la détermination de trois points de référence et la délimitation de la zone d'étude (Figures 8 et 9).

Les points de référence sont nécessaires pour corriger les différences d'angle de prise de vue et d'échelle entre les photos comparées. Ils sont fondamentaux pour la transformation mathématique qui permet au logiciel de comparer la cartographie des caractéristiques d'un animal par rapport à un autre. Leur emplacement exact doit être clairement identifiable pour chaque utilisateur et ils doivent être visibles sur toutes les photos. Le triangle formé par les trois points de référence doit couvrir la majeure partie de la zone d'étude, avec des angles internes idéalement proches de 60 degrés (Den Hartog et Reijns, 2014). Sur la base des travaux de Balandraud (2020), le modèle de points de référence I3S Pattern validé pour *Iguana delicatissima* est donc le triangle « Extrémité supérieure de la narine – Extrémité supérieure du tympan – Extrémité extérieure entre les deux plus grosses écailles labiales » (en bleu sur les Figures 8 et 9).

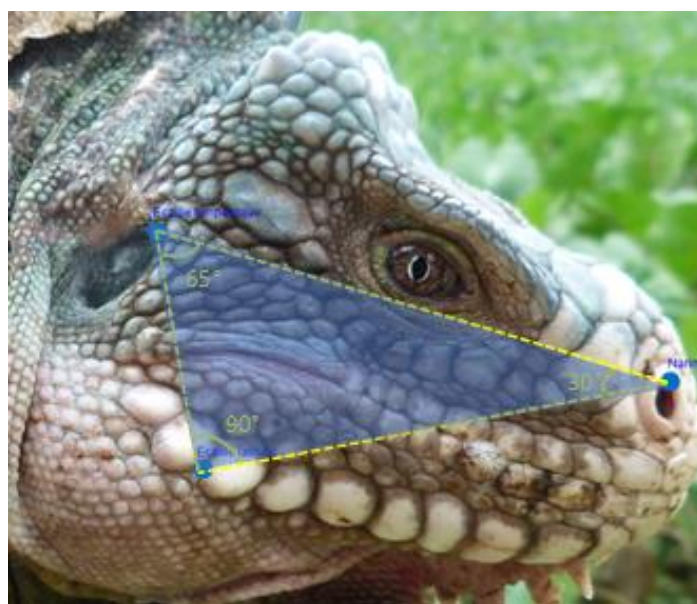


Figure 8 - Points de référence I3S Pattern pour *Iguana delicatissima* (d'après Balandraud, 2020)

La zone d'étude est délimitée à la main par l'opérateur après avoir placé les points de référence. Elle représente la partie utilisée pour l'identification, dans laquelle I3S extrait 35 points clés pertinents. La zone d'étude retenue pour *Iguana delicatissima* correspond à l'étendue de la joue de l'animal comprise entre le tympan et le bout du museau, du dessous de l'œil au-dessous de la ligne des écailles labiales (Balandraud, 2020). Elle englobe ainsi toutes les écailles du milieu et du bas du profil, de la narine à l'arrière du tympan en détournant le bas de l'œil et du contour arrière de l'écaille sub-tympanique à la pointe du museau en longeant la ligne de la mâchoire (en vert sur la Figure 9).

Sur la base du positionnement des 3 points de référence et du détournement de la zone d'étude par l'opérateur, le logiciel I3S Pattern génère automatiquement une carte de points individuelle propre au cliché et la compare avec toutes les autres cartes de point qu'il a déjà en base de données I3S. La discrimination des individus entre eux est alors proposée par le logiciel, rangeant les clichés disponibles selon des scores de dissimilarité croissants. Ainsi, plus le score est bas, plus la similarité entre les deux individus des clichés est forte. Calculés par l'algorithme du logiciel et en fonction des caractéristiques des clichés présents dans la base de données I3S, les scores peuvent s'échelonner de 0 à plus de 150 et évoluent au fur et à mesure de l'ajout de nouvelles photos. Lorsque l'opérateur confirme qu'il s'agit d'un même individu, il s'agit d'un match (ou recapture photo-ID). Lorsqu'aucune proposition ne correspond à l'individu testé, il n'y a pas de match et l'opérateur considère l'individu comme nouveau dans la base de données I3S.



Figure 9 - Emplacement des 3 points de référence (bleu), zone d'étude (vert) et carte de point générée sous I3S Pattern (rouge) pour *Iguana delicatissima*

La Figure 10 illustre par exemple cette comparaison. I3S Pattern propose ici, au rang 7, un faible score de dissimilarité de 25,16 entre la carte de l'individu en cours de traitement (photo 000715A4B7\_PG de 2024) et celle de l'individu 000715A4B7 « marqué » par photo-ID le 27/07/2012. Un tel score exprime ainsi une forte similitude entre les deux photographies, correspondant à la recapture 2024 d'un individu « marqué » en 2012.



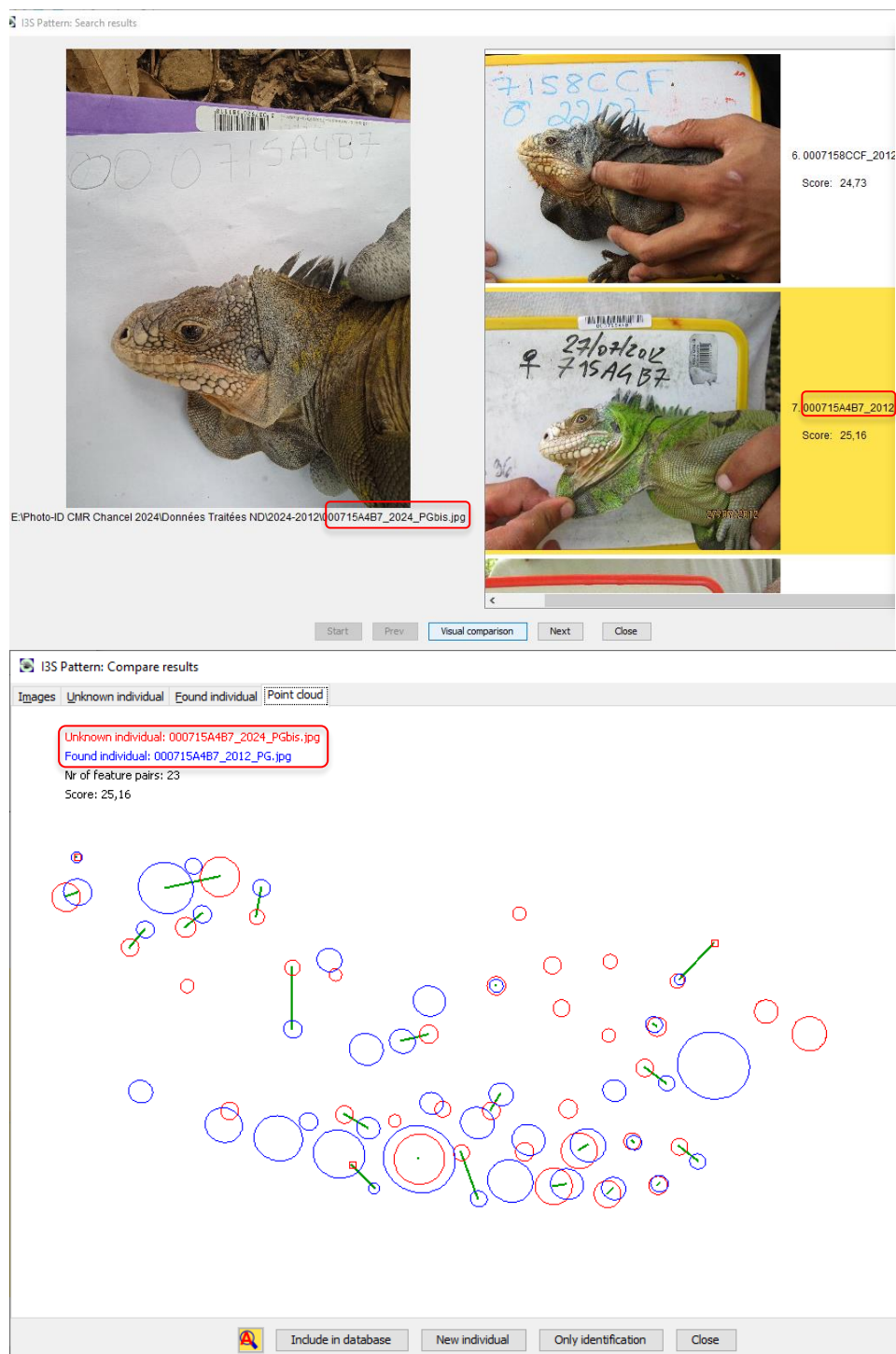


Figure 10 - Exemple comparaison de proposition de similarité et cartes de points I3S Pattern (Rouge : carte de la photo en cours de traitement, Bleu : carte d'une photo déjà enregistrée et marquée)

## 2. TEST DE L'OUTIL PHOTO-ID ASSISTE PAR ORDINATEUR

### Protocole de test

Au regard du protocole de CMR demandé à être déployé à l'identique des années précédentes (2013 à 2021), les clichés photographiques destinés à tester l'outil photo-ID sont collectés après que les animaux aient été capturés, en complément de la mise en œuvre du protocole CMR « physique ». En effet, les clichés historiques disponibles auprès du PNA ont

également été réalisés sur des animaux capturés et tenus en main. Par ailleurs, les contraintes de respect du protocole en termes de temps et de biais d'observation ne permettaient pas de conduire une CMR parallèle uniquement réalisée à distance et sans capture, ce qui est cependant l'objectif final de l'utilisation de la photo-identification.

## Méthodologie

Au regard de la nature et de la qualité aléatoire des clichés historiques disponibles, un premier test est réalisé pour savoir s'il est possible de conserver le protocole de Balandraud (2020) pour les clichés d'individus ayant la bouche entrouverte. Ces clichés avaient été tout simplement rejetés lors de la définition du protocole de 2020. Pour le test, les clichés d'individus avec la bouche entrouverte sont traités sous I3S Pattern avec les deux tracés de zone d'étude comprenant ou excluant « l'intérieur de la bouche » (Figure 11). Les scores et rang des matchs proposés sont ensuite considérés pour sélectionner la meilleure option pour la zone d'étude des animaux avec la bouche ouverte ou confirmer le rejet des clichés bouche ouverte.

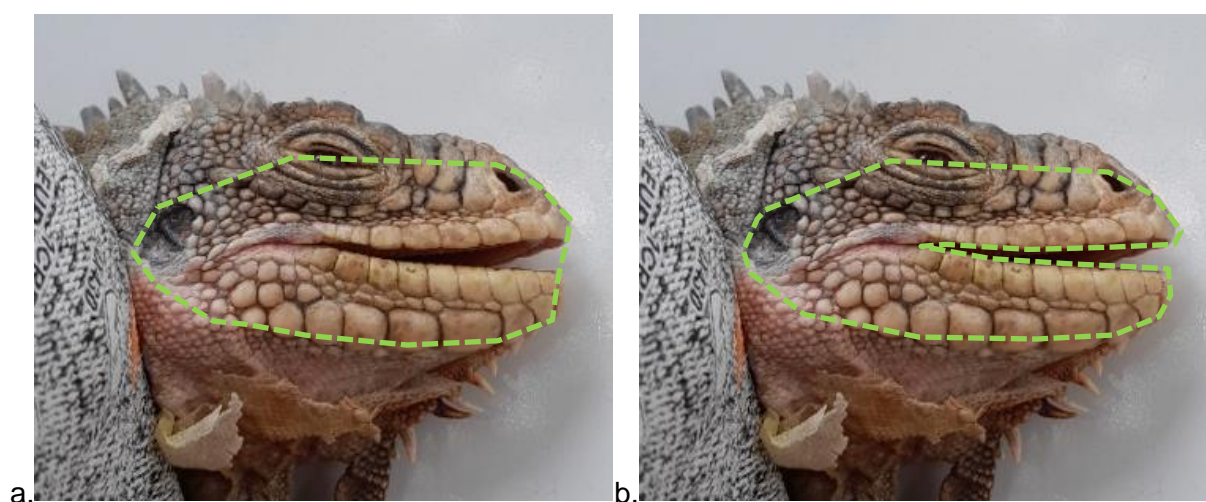


Figure 11 - Détourage de la Zone d'étude testée : intérieur bouche inclus (a) vs exclu (b)

Pour créer la base de données I3S, l'ensemble des individus de 2011 disposant de clichés des profils (Droit, Gauche ou les deux) intégrant leur numéro de PIT est renommé par N°PIT\_Année\_profil (000715A4B7\_2024\_PG), afin de standardiser et sécuriser l'allocation des numéros d'individus, indépendamment des jours d'observation de l'année concernée. Ces individus constituent la BDD I3S initiale qui sert dès lors de référence (Marquage) pour la comparaison avec les clichés des CMR suivantes. Chaque individu entré bénéficie d'un dossier individuel comprenant les clichés de profils disponibles traités sous I3S Pattern (avec carte de point et métadonnées).

Les clichés des individus photographiés en 2012, 2013, et 2024 sont ensuite traités et ajoutés une à une dans la base de données du logiciel I3S Pattern selon la méthodologie de Balandraud (2020). La reconnaissance par l'opérateur d'un individu déjà marqué précédemment, grâce à un rang et un score de dissimilarité bas dans le logiciel, correspond dès lors à un match ou une « recapture » de l'individu identifié. À chaque photo traitée, les numéros de PIT, profils testés, obtention d'un match (Oui/ Non), année du match, rangs, scores de dissimilarité, photo de BDD proposée et remarques sont enregistrés dans une base de données de suivi d'identification par I3S (Figure 12).

Résultats Process I3S							
PIT-TAG individu	N° photo testée	Profil	Match O/N	Date match	Rang	Score	N°photo Référence
							Raison échec identification

Exple : bouche ouverte

Figure 12 - Extrait de la BDD de suivi d'évaluation I3S

Enfin, un panel d'individus connus comme « non précédemment marqués » ou primo-capturés (c'est-à-dire photographiés l'année de leur première capture et pose de PIT) est également traité sous I3S Pattern et les scores du rang 1 obtenus sont bancarisés dans la même base de données de suivi d'identification I3S (Figure 12). L'objectif est ici de vérifier si un individu qui ne correspond à aucun autre dans la BDD I3S est bien proposé avec un score de dissimilarité suffisamment élevé dès le rang 1 afin de savoir avec certitude qu'il s'agit d'un nouvel individu (score idéalement au moins plus fort que le score de dissimilarité le plus haut obtenu pour les matchs avérés). Les résultats obtenus permettront de mettre en évidence, pour le jeu de données concerné, les critères I3S Pattern qui correspondent à un nouvel individu encore inconnu (« non marqué ») par rapport à un individu déjà préalablement entré en base de données I3S (« marqué »).

Une fois les résultats de traitement I3S bancarisés, la distribution des rangs et des scores des matchs recensés est étudiée pour chaque année (2012, 2013 et 2024), tant pour les individus marqués (numéro de PIT connu) que pour les individus primo-capturés (année de pose du PIT). L'analyse de la facilité de reconnaissance à plus ou moins long terme par photo-ID des individus avec photo de leurs profils permet de comparer la stabilité de ce type de marquage non invasif avec le marquage par PIT. Les résultats obtenus permettront dès lors de mesurer l'efficacité de la photo-identification à distinguer et reconnaître les individus pour chercher à apporter des résultats de CMR équivalents à la méthode physique actuelle.

Enfin, du fait de la forte hétérogénéité de la qualité des clichés disponibles et de son impact potentiel sur la finesse de reconnaissance du logiciel I3S Pattern (Balandraud, 2020), un indice de qualité photo est établi par l'opérateur et attribué aux photos traitées en prenant en compte les deux critères suivants : (1) la définition des photos en pixels, critère prioritaire, et (2) la nature de la prise de vue, c'est-à-dire la position de l'animal (notamment l'ouverture de la bouche), l'angle entre l'appareil photo et la tête de l'animal (idéalement 90°) et/ou la luminosité (pas, sur- ou sous-exposition). Pour chaque cliché résultant en un match, un indice allant de A (meilleure note) à D (moins bonne note) est donc attribué en fonction de la combinaison de présence des deux critères (Tableau 3). Il est à noter que l'indice photo établi concerne l'ensemble des deux photos proposées pour le match. Ainsi, dans le cas où au moins une des deux photos est de mauvaise définition, la note du critère définition est « - ».

Tableau 3 - Calcul de l'indice de qualité photo pour les clichés traités sous I3S Pattern

Indice qualité photo	Définition	Prise de vue
	Bonne (>1500Ko) : + Mauvaise (<1500Ko) : -	Bonne (*) : + Moyenne (**) : -
<b>A</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>B</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
<b>C</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
<b>D</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

(\*) Bonne prise de vue = bouche fermée + pas d'angle + exposition normale

(\*\*) Prise de vue moyenne = bouche ouverte OU angle important OU exposition anormale

Dépendamment des résultats de reconnaissance interannuelle, la base de données de CMR photographique ainsi créée sera analysée pour estimer sa pertinence pour calculer les paramètres démographiques de la population d'Iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel tels que la probabilité de survie interannuelle et le taux de recrutement. Le cas échéant, ces résultats seront comparés avec ceux obtenus par analyse des données CMR par PIT tagging présentés dans Warret, Angin & Besnard, 2023.

### 3. RESULTATS DE PHOTO-IDENTIFICATION

Parmi les individus capturés lors des sessions de CMR de 2011, 2012, 2013 et 2024, seuls les profils d'une partie des individus ont été pris en photo. Les quantités d'individus concernés, le nombre de photos associées disponibles, ainsi que leur qualité et le nombre de



photographies traitées avec I3S dans le cadre de ce rapport sont présentés au Tableau 4. Il apparaît que de nombreux individus des sessions de 2011 à 2013 n'ont pas de photo de profils disponibles et que la qualité de définition des photos est très variable. Des définitions très basses sont constatées, notamment pour l'année 2024 en raison de la compression automatique des clichés par KoboToolBox, et malgré la qualité de définition des smartphones utilisés. Au total, **ce sont donc 45 individus de 2011 qui ont été enregistrés comme référence en BDD I3S et 25 individus supplémentaires qui ont été traités pour inclusion de photos de CMR après 2011**. Parmi ces 25 individus, 4 ne disposaient de photos que pour un profil sur les deux et 4 individus seulement ont été capturés sur 3 années différentes.

Tableau 4 - Effort d'échantillonnage pour l'analyse photo-identification

CMR avec photo	2011	2012	2013	2024
Nbre d'IPA capturés par année (*)	124	426	401	147
Nbre d'IPA avec photos disponibles	47	237	74	145
Nbre d'IPA traités sous I3S (**)	45	18	5	7
Définition des photos	4000 à 6000 Ko	160 à 5000 Ko	1500 à 3000 Ko	140 à 300 Ko
Nbre de photos disponibles	138	600	162	574
Nbre de photos traitées (**)	73	35	10	14

(\*) : d'après Ruffray 2011 et Rodrigues, 2013

(\*\*) : BDD de référence

Pour rappel, la recapture photo-ID assistée par I3S Pattern d'un individu est validée par l'opérateur sur la base d'un match proposé entre le cliché traité et un cliché de la base de données photo. La pertinence de ce match est reflétée par le rang et le score des clichés de BDD proposés, un rang et un score bas témoignant de la fiabilité de la similarité entre les deux clichés et confortant l'opérateur sur la recapture effective de l'individu.

#### Gestion des clichés avec la bouche ouverte

Au regard du grand nombre de photos sur lesquelles l'individu a la bouche ouverte (54% des 59 photos traitées), un panel de 3 individus a été testé pour confirmer la zone d'étude à prendre en compte. Ainsi, il n'a pas été constaté de variations majeures sur les rangs ou scores proposés, dépendamment que l'intérieur de la bouche soit inclus ou exclus (Figure 9). Toutes les photos nettes disponibles pour les individus choisis ont donc été traitées, bouche ouverte ou non, avec une zone d'étude identique à Balandraud (2020), incluant l'intérieur de la bouche si ouverte. Pour exemple, la Figure 13 ci-dessous présente les cartes de points ainsi que les rangs et scores proposés pour des matchs de profils de 2012 de l'individu 0006986537 avec des photos de 2011. Ainsi deux profils à la bouche ouverte apparaissent au rang 1 avec un score de 18,35 quand un profil bouche fermée correspond avec un profil bouche ouverte au rang 11 et pour un score de 37,02. On constate en effet un écart visuel entre les deux cartes de points lorsque les bouches ne sont pas dans la même position (b), rendant la comparaison des cartes compliquée pour le logiciel.

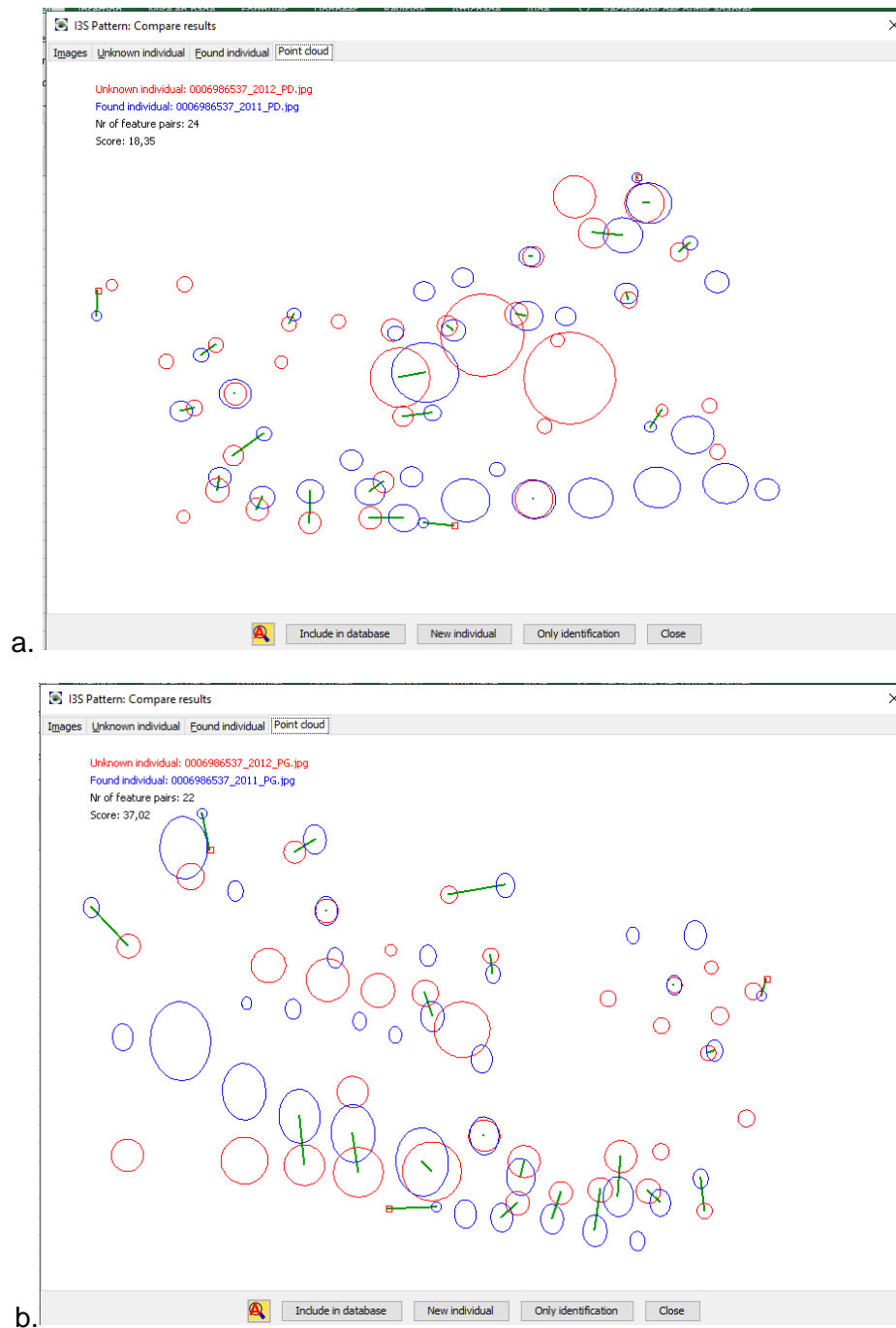


Figure 13 - Comparaison des cartes, rangs et scores pour deux photos d'IPA comparées avec : les 2 bouches ouvertes (a) et l'une bouche ouverte et l'autre bouche fermée (b)

### Distribution des rangs et scores des recaptures photo-ID

Parmi les 59 photographies traitées (25 individus distincts) datant de 2012, 2013 et 2024, 37 ont donné lieu à un match (ou recapture photo-ID), l'individu recherché étant déjà présent dans la banque de données photo I3S. Les distributions des rangs et scores des matchs sont présentées dans la Figure 13. On constate ainsi que pour les photos 2024, la distribution des rangs, et dans une moindre mesure des scores, est plus élevée et l'amplitude des résultats plus étalée que pour les photos de 2012 et 2013.

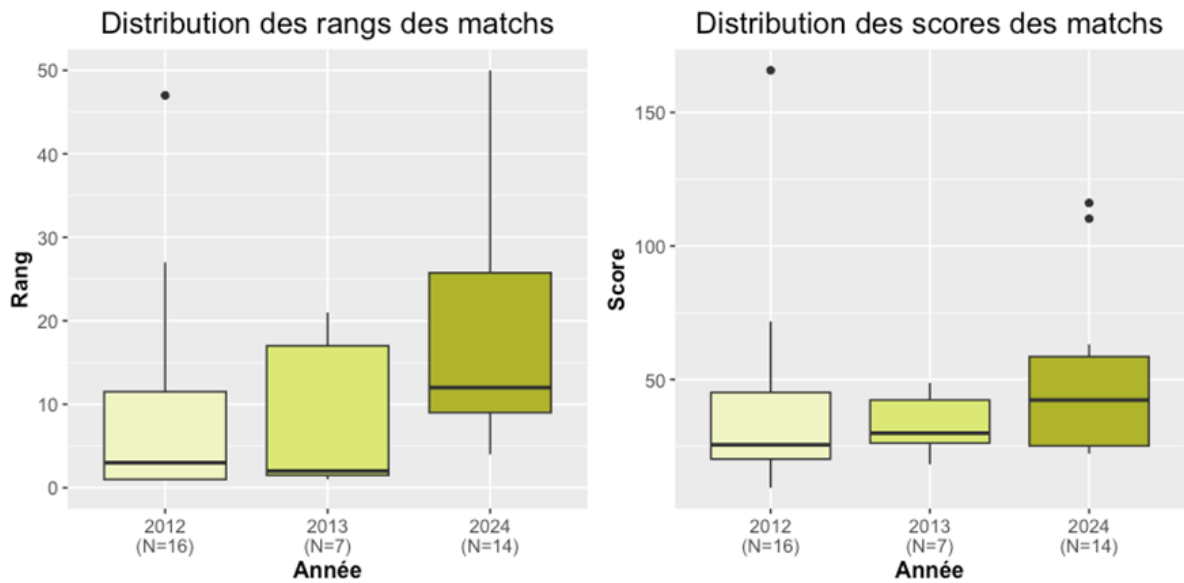


Figure 14 - Distribution des rangs et des scores des matches des individus recapturés pour les photos 2012, 2013 et 2024 traitées (n=37)

### Impact de la qualité des clichés

Lorsqu'on prend en compte l'indice de qualité des photos dans la distribution des rangs, on observe qu'il est étroitement lié à la capacité du logiciel à donner un match à un rang et un score faible, et donc à proposer rapidement à l'opérateur la photo correcte (Figure 14). Cela semble d'autant plus prononcé pour le rang attribué à la photo, avec en moyenne un rang 2 attribué à une photo ayant un indice A. C'est ce critère donné par I3S qui est le plus important car il influence le plus le temps passé par l'opérateur à valider les matches. Si les photos utilisées sont correctes en termes de définition et de prise de vue (telle que définie plus haut), le logiciel I3S est performant pour faire correspondre des photos différentes d'un même individu.

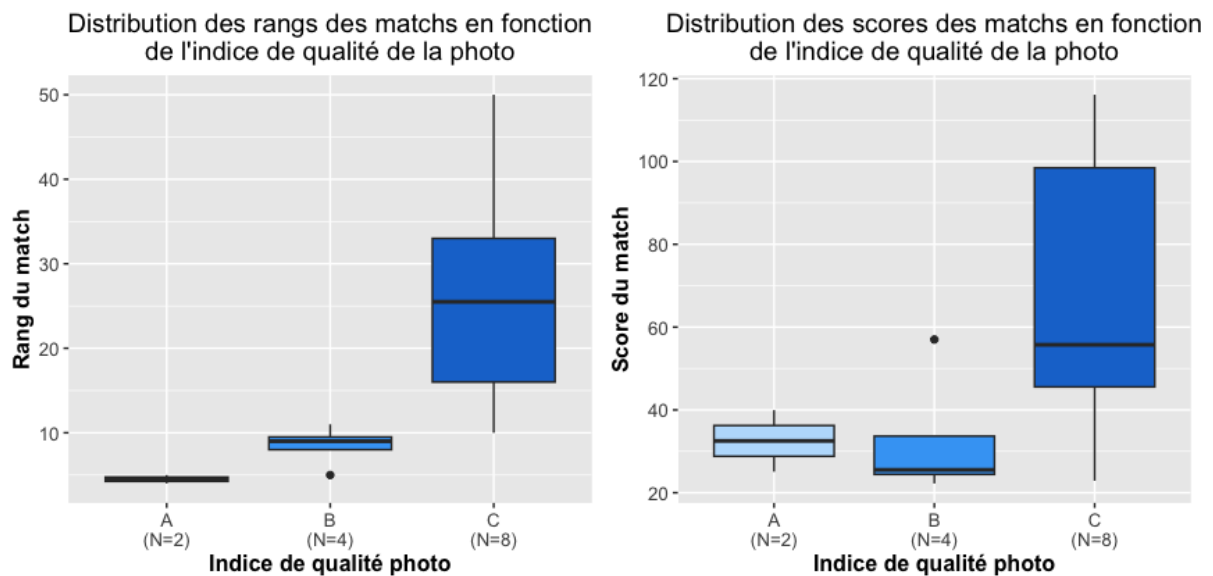


Figure 15 - Distribution des rangs et des scores des matches des individus recapturés pour les indices de qualité des photos A à C (matches 2012, 2013 et 2024)



Lorsqu'on regarde la distribution des rangs et des scores pour les 14 matchs des photos de 2024 (Figure 15), on observe la même tendance que pour l'ensemble des photos traitées. Il apparaît que la majorité des clichés 2024 ont un indice C (N=8), du fait d'une mauvaise définition à cause de la compression par KoboToolBox pour le stockage sur son serveur, les clichés originaux n'étant pas conservés sur les smartphones utilisés. Ces clichés représentent la totalité des matchs de score C sur l'ensemble des matchs 2012, 2013, 2024 (Figure 14). Cela explique pourquoi sur la distribution des rangs et des scores entre années (Figure 13), les matchs de l'année 2024 sont moins performants.

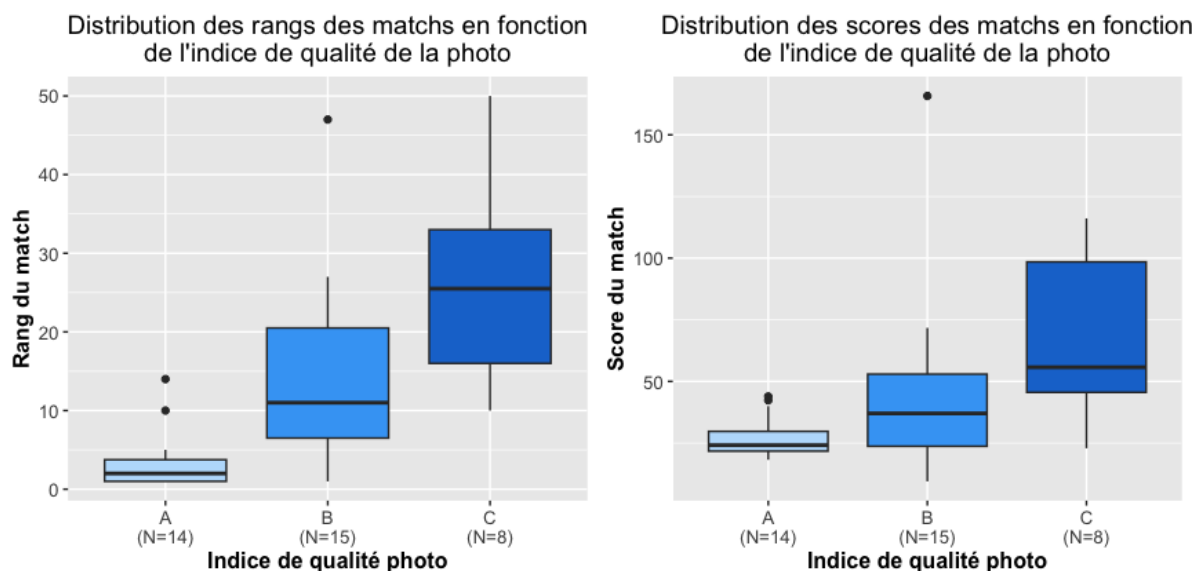


Figure 16 - Distribution des rangs et des scores des matchs des individus recapturés en fonction de l'indice de qualité des photos (matchs 2024 uniquement)

Il est à souligner que lorsque les photos sont de qualité suffisante, le logiciel I3S Pattern attribue un rang de match positif bas (rang  $\leq 10$  pour des photos de score A ou B) même pour deux photos prises à douze ans d'écart (Figure 15). De plus, le traitement des photos sous I3S a permis de « retrouver » le numéro de PIT de l'individu 000695A75E qui n'avait pas de numéro de PIT sur sa photo 2011 et a pu être identifié grâce au match positif avec sa photo de 2012 (rang : 1 et score : 22,67). Cela **confirme donc la performance du logiciel** ainsi que la **pérennité de l'écaillage des profils des iguanes comme identifiant individuel unique**.

Néanmoins, la qualité de l'interprétation réalisée par l'opérateur sur les propositions par rang et score d'I3S Pattern reste importante, notamment dans le cas de photos ayant un mauvais indice de qualité. Ainsi par exemple, la photo 000695AD41\_2024\_PG semblerait à première vue plausible à correspondre avec l'individu 0006E797AE (rang 4, score 23,00). La comparaison à l'œil nu par l'opérateur avant validation de la similarité (Figure 16) montre effectivement une ressemblance particulièrement importante de la disposition des écailles faciales de ces deux individus. Seuls des détails infimes et précis dans le schéma de quelques écailles, comme entre la narines et l'œil, permettent de finalement les distinguer.

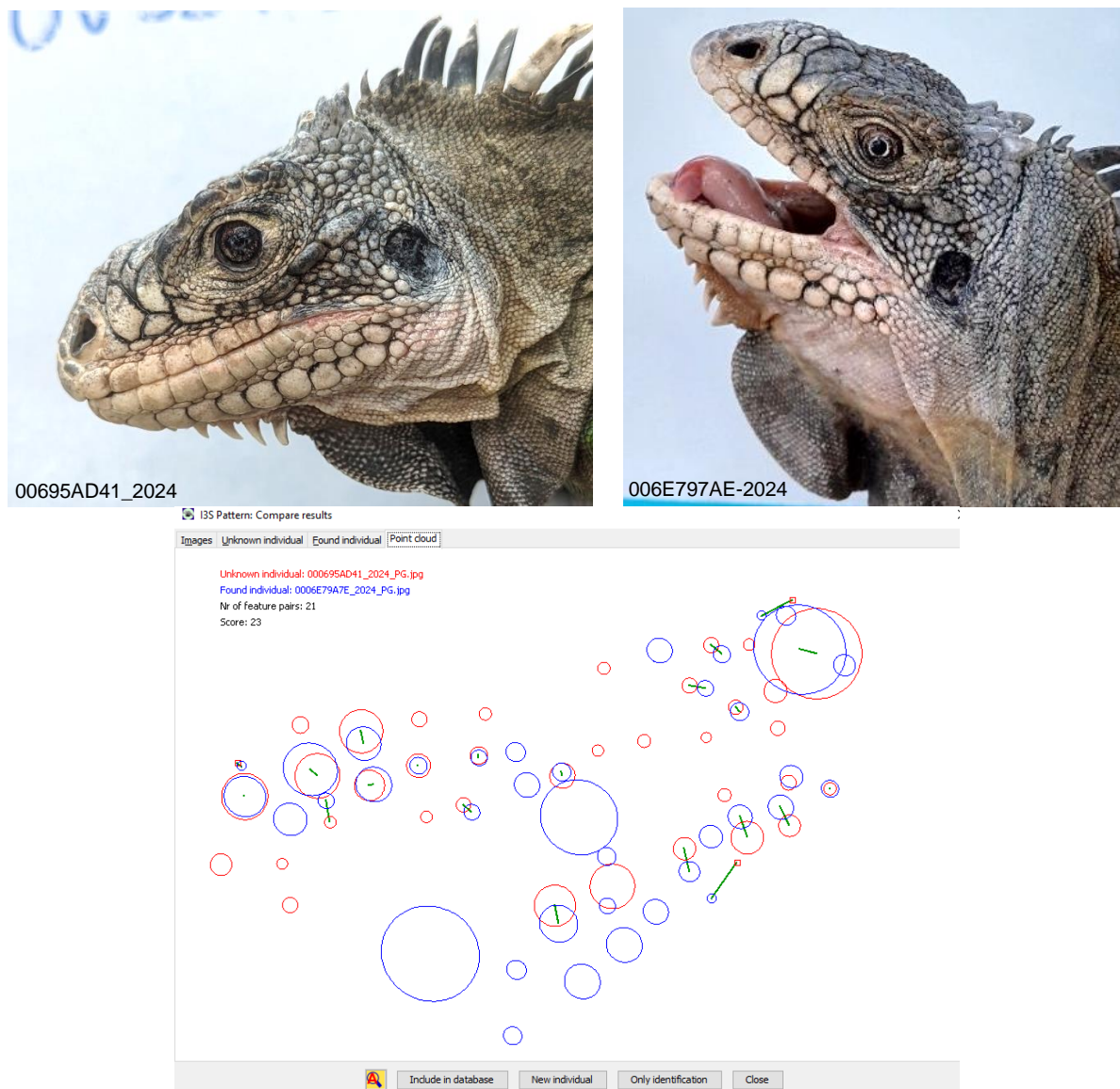


Figure 17 - Comparaison entre les profils gauches 2024 et cartes de points I3S pour 000695AD41 et 0006E797AE qui sont bien deux individus différents malgré un score de 23.

### Distinction entre les individus marqués et les primo-capturés

Pour valider la performance de la photo-identification, il faut que les photos des individus déjà marqués (ie. déjà présents dans la BDD I3S) obtiennent un rang et un score de match le plus faible possible lors de leur test de recapture. Mais il faut également que les photos des individus non-répertoriés (primo-capturés) obtiennent un score le plus haut possible au rang 1 pour être discriminés rapidement et avec certitude par l'opérateur.

La distribution des scores obtenus au rang 1 pour les individus primo-capturés testés (Figure 17) montre ainsi qu'en moyenne les scores des photos proposées sont faibles comparativement aux scores des matchs (respectivement 22,21 les primo-capturés contre 42,33 pour des matchs avérés). Si on prend en compte les indices de qualité des photos (notes A, B, C), on observe que les scores au rang 1 pour les primo-capturés sont comparables aux scores des matchs pour les photos de bonne qualité (notées A). Pour les données considérées dans cette étude, le logiciel I3S ne permet donc pas de discriminer les individus primo-capturés par leur score au rang 1. L'opérateur devra donc comparer manuellement la photo étudiée avec plusieurs photos proposées par le logiciel comme des matchs potentiels.

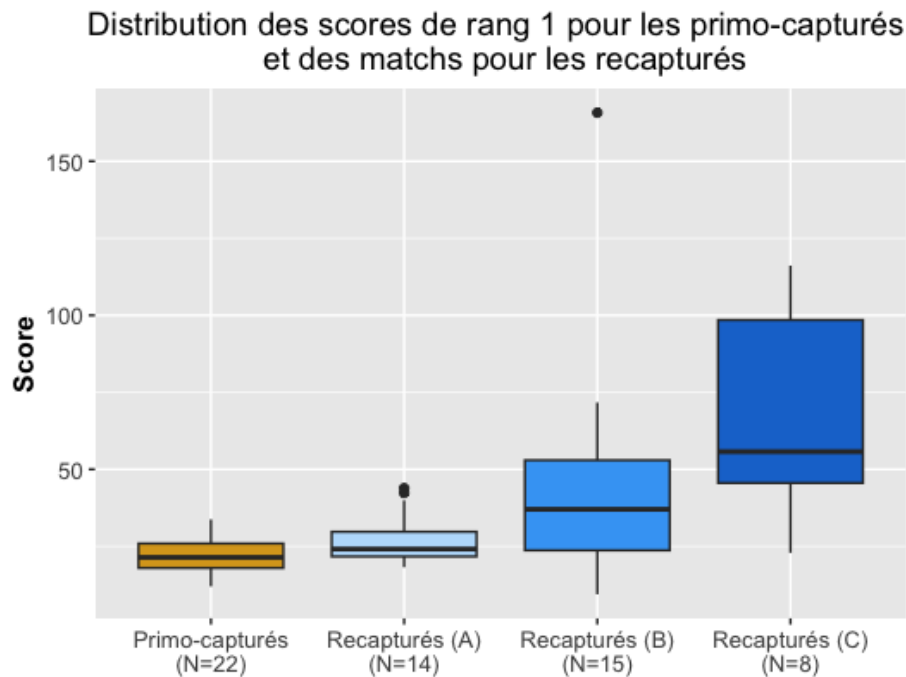


Figure 18 - Comparaison de la distribution des scores au rang 1 pour les primo-capturés (orange) et les scores de match des individus recapturés en fonction de la qualité des photos (nuances de bleu).

#### 4. COMPARAISON AVEC LES RESULTATS HISTORIQUES DE CMR « PHYSIQUE »

Le protocole déployé depuis 2013 (et identiquement en 2024) repose sur la capture physique des animaux et utilise le système de recapture par des numéros de capture inscrits sur les flancs des animaux durant les sessions secondaires. Que les individus soient donc identifiés par PIT-TAG ou par Photo-ID n'intervient pas dans l'attribution et la relecture des numéros de capture au sein d'une année. Les résultats d'estimation de population annuels présentés grâce aux données de sessions secondaires sont donc identiques que le marquage individuel soit par PIT-TAG ou Photo-identification.

En ce qui concerne les résultats des paramètres démographiques, ils sont issus de 10 ans de collecte de données de CMR physique primaire, synthétisées en 2023 (Warret et al, 2023). A ce jour, au regard du faible jeu de photos par individu disponible pour la BDD I3S (une à deux photos par individu pour 1 à 3 années au mieux), la reconnaissance interannuelle entre deux sessions primaires produit des scores de rang 1 pour les individus primo-capturés qui ne permettent pas de les distinguer de façon significative des individus déjà présents dans la BDD. En effet, des individus déjà « marqués » (c.à.d. dont les profils sont dans la BDD I3S), peuvent être proposés à des rangs et scores en moyenne plus élevés que les primo-capturés, et il est dès lors compliqué d'assurer que l'individu primo-capturé testé n'est pas déjà « marqué ». Ainsi, l'utilisation de l'outil de photo-identification, mis en œuvre sur la base des données historiques collectées sans protocole standardisé de prises de vue, ne peut pas être utilisée comme seul outil de marquage interannuel. En l'état, **la faiblesse du jeu de données photographiques disponibles et les résultats obtenus montrent que l'outil de marquage interannuel par photo-identification ne permet pas encore la robustesse nécessaire pour pouvoir réaliser une analyse CMR pluriannuelle** et donc d'estimer des paramètres démographiques comme c'est le cas avec les données issues des CMR physiques.



Au regard des résultats efficaces de Balandraud (2020) en Martinique, des essais en cours à Anguilla sur la population de Prickly Pear (F.Mukidah, com.pers.) et des identifications obtenues ici à 10, 11 ou 12 ans d'écart, l'outil de photo-identification assistée par I3S Pattern pour *Iguana delicatissima* est fonctionnel. **Afin d'envisager de pouvoir utiliser la photo-identification en routine comme marquage non-invasif interannuel pour les sessions primaires, les résultats montrent qu'il faudrait donc chercher à :**

- **Standardiser les prises de vue** pour optimiser fonctionnement du logiciel vu les écarts engendrés par la mixité d'animaux avec bouche ouverte et bouche fermée. La standardisation de prises bouche fermée optimise en effet la qualité des photos et la superposition des cartes de point donc meilleure détection de similarité (Balandraud, 2020).
- **Augmenter le nombre de clichés annuel par individus**, en prenant différents angles de vue. La disponibilité augmentée en photos d'angles différents pour un même profil d'individu permet de renforcer l'algorithme de similarité entre les cartes des individus.
- **Garantir l'entraînement des opérateurs** réalisant le traitement avec I3S Pattern car les différences entre deux individus peuvent parfois être particulièrement ténues.
- Entrer en BDD **l'ensemble des clichés historiques disponibles** depuis 2006.
- **Sécuriser la qualité de définition des clichés** réalisés car une trop faible définition entrave la qualité de l'identification proposée par I3S Pattern.

Ainsi, à ce dernier titre, l'outil de collecte dématérialisé des données de CMR (KoboToolBox) compresse trop les clichés terrain et les rend inexploitable. Au regard de la très bonne qualité des photographies aujourd'hui réalisées sur smartphone, il serait donc plus opportun de coupler la collecte dématérialisée des données de CMR avec une collecte séparée des photographies, d'après des appareils des opérateurs et non via la plate-forme.

En conclusion, la conduite d'un protocole de CMR par photo-ID à distance présenterait l'avantage d'être non-invasive pour les animaux concernés, s'affranchissant à la fois de la contrainte et des risques de la capture physique, mais aussi des risques sanitaires et traumatiques de l'insertion de transpondeurs. Pouvant être mise en œuvre selon un pas de temps plus souple que la CMR physique (eg. Plus de sessions primaires, mais moins longues), moins gourmande en ressources et autorisant possiblement la valorisation de données participatives, la CMR par photo-ID à distance peut être réalisée avec des moyens techniques abordables en termes de matériel et permettrait de collecter des clichés « bouche fermée » de façon bien plus systématique. Toutefois, si les **résultats de marquage par photo-ID semblent encourageants, ils se heurtent aujourd'hui à différentes contraintes essentielles** telles que :

- **l'écologie spécifique des iguanes de l'îlet Chancel** qui sont régulièrement invisibles car cachés dans des cavités à toute heure de la journée, rendant la prise de vue sans capture souvent impossible ou pouvant conduire à un biais individuel de probabilité de capture,
- les limites actuelles de la finesse **d'identification assistée par ordinateur encore trop incertaine**, même si dépendante de la qualité des clichés et probablement amenée à fortement évoluer dans les années à venir,
- ou encore les efforts que représenterait la révision complète du protocole actuel de CMR et garantir le **lien entre les résultats physiques d'hier et des résultats photo-ID de demain**.



## 6. VEILLE IGUANE COMMUN

En début de mission, les participants ont été formés à la reconnaissance de l'Iguane commun (*Iguana iguana*) et des hybrides et au cours des prospections, une attention particulière a été portée sur la surveillance de leur présence éventuelle.

Le second jour de la mission (26 mars 2024), un iguane commun a été observé sur la zone 1 de l'îlet à 12h00. L'ONF et l'OFB ont immédiatement été alertés de l'observation pour mettre en œuvre une opération de capture. Le binôme présent sur la zone 1 est ainsi resté à proximité de l'arbre dans lequel était l'iguane pour le surveiller pendant que des agents ONF/OFB se rendaient sur place. L'individu a été mis à mort à 14h00 selon le protocole de Tir à vue des iguanes communs de l'OFB et récupéré par les agents. La mobilisation rapide des agents de terrain a permis de prendre en charge l'iguane de manière efficace.

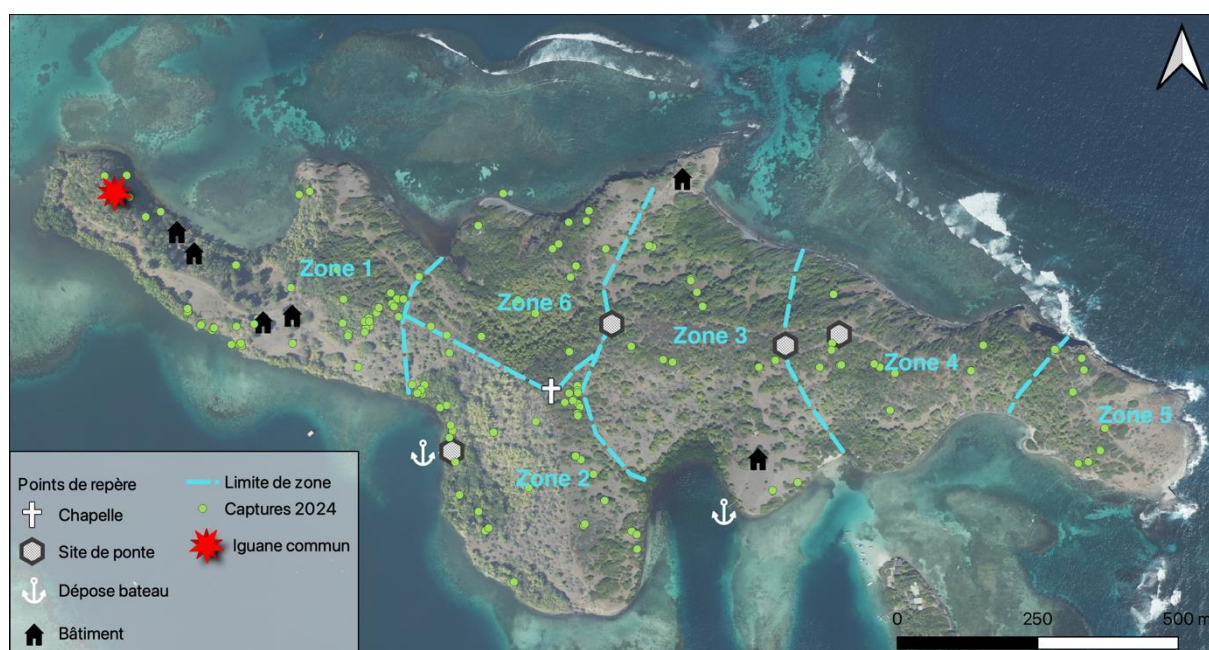


Figure 19 – Position géographique de l'iguane commun abattu le 26/03/24 sur l'îlet Chancel

L'animal éliminé était un mâle de 1,4 kg, 120 cm de longueur totale et 34cm de SVL (Figure 20). Avant son élimination, il a été observé entouré par deux mâles adultes Iguane des petites Antilles et il s'est réfugié dans un arbre à proximité immédiate dès que les personnes du binôme l'ayant détecté se sont approchées.





Figure 20 - Photographies de l'Iguane commun abattu par l'OFB à l'îlet Chancel le 26/03/2024

Au-delà de la gestion pratique de ce type de signalement, cette détection fortuite met surtout en évidence la fragilité de la biosécurité de l'îlet. Le risque d'hybridation encouru par la population d'iguane des petites Antilles de l'îlet Chancel est important en dépit de son relatif isolement géographique. En effet, la forte aptitude des iguanes communs à la nage (Moberly, 1968), le nombre important d'excursionnistes accédant quotidiennement à l'îlet ou encore l'installation récente d'un filet anti-sargasses à la Pointe l'Ecurie (N.Duporge & J.Pauwels, obs. pers.), sont autant de facteurs de pression qui fragilisent cet isolement. Ceci est d'autant plus à prendre en compte que la fréquentation de l'îlet pourrait vraisemblablement augmenter dans les années à venir vu les tendances croissantes de la fréquentation touristique de la Martinique (Marc et Saffache, 2007 ; INSEE, 2024).

Cette session de CMR 2024 montre l'importance de faire un suivi régulier et détaillé de la population d'iguane sur l'île afin de détecter le plus rapidement possible la présence d'iguanes invasifs. Cependant, la présence de cet individu, et l'éventuelle présence d'autres non détectés, met en évidence la difficulté tant de prendre en charge les conséquences d'une telle détection<sup>1</sup> (délais et difficulté de caractérisation de la présence d'hybrides engendrés) que de mettre en place et maintenir une biosécurité concertée globale de cet îlet.

---

<sup>1</sup> Cf : Compte rendu de la Réunion d'experts - Capture d'un iguane commun (*Iguana iguana*) sur l'îlet Chancel : suites à donner dans le cadre du Plan national d'actions (PNA) pour le rétablissement de l'Iguane des petites Antilles (IPA) 2018-2023





## 7. CONCLUSION

Après deux années d'interruption (2022 et 2023), le protocole de suivi de la population d'Iguane des petites Antilles a pu être de nouveau déployé à l'îlet Chancel. Mis en œuvre selon les mêmes modalités que les années précédentes et à une période identique de l'année, il apporte une session primaire de plus dans le suivi annuel de cette population fragile d'*Iguana delicatissima* initié depuis 2013.

Le test de l'utilisation de la photo-identification comme outil de marquage des Iguanes des petites Antilles à l'îlet Chancel pour les années 2011, 2012, 2013 et 2024 met en évidence une bonne reconnaissance individuelle interannuelle, même à 12 ans d'écart. La photo-identification sous I3S Pattern montre à ce jour certaines limites à l'utilisation en raison d'un trop faible nombre de photographies exploitables du fait du manque de standardisation des prises de vues historiques ou de la définition parfois insuffisante des photos. Il en résulte une difficulté à pouvoir distinguer avec certitude les individus non précédemment marqués lorsqu'on souhaite les ajouter à la BDD I3S actuelle.

Le protocole de photo-identification nécessite donc une amélioration significative dans le déploiement terrain et logiciel avant d'être envisagé comme une alternative efficace au marquage individuel par PIT-TAG pour cette population d'Iguane des petites Antilles. Cependant il montre des capacités intéressantes et son développement doit être poursuivi pour mettre au point un marquage individuel moins invasif que les PIT-TAG et anticiper un possible durcissement de la législation concernant l'expérimentation animale sur la faune sauvage.

Les résultats des observations de terrain ont permis de capturer 147 individus du 25 au 29 Mars 2024, ainsi qu'un Iguane commun invasif, éliminé sur place le 26 Mars 2024. L'observation de 32 recaptures au cours des 5 jours de suivi a ainsi permis d'estimer la population d'Iguanes des petites Antilles de l'îlet Chancel à 363 individus lors de la CMR 2024.

Du point de vue démographique, la population de l'îlet Chancel décroît donc depuis 2014 et était estimée à 550 individus à l'issue de la dernière CMR en 2021 (Warret et al., 2021, 2023). Les résultats de cette campagne 2024 semblent indiquer une poursuite du déclin de l'effectif de cette population. Les résultats concernant la dépression de consanguinité (Mitchell, 2022) et la variabilité allélique (Van den Burg et al., 2021) de cette population, ainsi que la présence, cette fois-ci détectée et jugulée, d'un iguane commun reproducteur sur l'îlet ajoutent à l'incertitude quant à son maintien à long terme.

L'analyse approfondie des données récoltées entre 2012 et 2020 au cours des CMR sur l'îlet Chancel a mis en exergue l'importance d'améliorer le taux de recrutement dans cette population d'Iguane des petites Antilles pour garantir sa survie (Warret et al., 2021). Dans cette optique, une opération de dératisation de l'ensemble de l'îlet a été mise en œuvre en 2023 (Help SARL, 2023) pour diminuer le taux de prédation des œufs et des juvéniles mais aussi la consommation de la végétation par les rats. Afin de maintenir les efforts mis en œuvre et au regard la détection d'un iguane commun sur l'îlet, il est crucial d'assurer un contrôle étroit de

la biosécurité de l'îlet, tant au niveau des rongeurs que de la menace d'hybridation avec l'iguane commun. Il est donc également nécessaire de poursuivre le suivi de la population d'iguanes dans les années à venir pour déterminer quel sera l'effet des mesures déployées. En effet, les individus les plus jeunes sont très peu capturés au cours des CMR et il faudra attendre qu'ils aient atteint le stade subadulte ou adulte avant de pouvoir les comptabiliser dans les effectifs et évaluer l'évolution du taux de recrutement suite aux actions engagées.

Cependant, Warret et al. (2021) indiquent que pour améliorer suffisamment le taux de recrutement et tenter de contrer la forte probabilité d'extinction de la population de Chancel d'ici 50 ans, il faut mettre en œuvre des moyens de conservations substantiels et soutenus. La dératisation seule ne permettra pas une reprise de la population. En effet, si les conditions environnementales sont par ailleurs défavorables pour les juvéniles, elles peuvent impacter négativement le taux de recrutement, et cela même si un grand nombre de nouveau-nés intègrent la population (Campbell et al., 2020). Il est donc capital de mettre en œuvre des mesures de conservation complémentaires pour espérer engager un changement de tendance pour cette population. Il apparaît pour cela important de garantir la prise en charge efficace du risque d'hybridation avec l'iguane communs, de poursuivre les travaux réalisés pour améliorer les conditions de nidification des femelles, et ainsi le nombre d'œufs qui arrivent à éclosion, et d'améliorer l'état de la strate arbustive de l'îlet, fondamentale pour les juvéniles (diminution de la pression d'herbivorie par les moutons, plantations). Sans la mise en œuvre conjointe de ces actions, la situation aujourd'hui précaire de la population de Chancel ne saurait s'améliorer et des solutions alternatives de sécurisation de la génétique de cette population pourraient être à explorer.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

- Angin B, Nicolas J-C, Auguste C., Maugee L., Mian M. & Attidore S. (2015). Étude des populations d'iguanes des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) du Nord Martinique. PNRM – Ardops Environnement, 13p.
- Angin B., (2016). Etude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2016 – Ardops Environnement – DEAL Martinique.
- Angin B. (2017). Etude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2017 – Ardops Environnement – DEAL Martinique.
- Angin B. (2017). Plan National d'Actions pour le rétablissement de l'iguane des petites Antilles, *Iguana delicatissima*, 2018-2022. Ardops Environnement, 67p. + annexes.
- Angin B. & Belfan D. (2018). Etude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2018 – Association Le Carouge - Ardops Environnement – DEAL Martinique.
- Angin B. & Belfan D. (2019). Etude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2019 – Association Le Carouge - Ardops Environnement – DEAL Martinique.
- Angin B. & Belfan D. (2020). Étude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2020 – Association Le Carouge - Ardops Environnement - Parc Naturel de Martinique (PNRM) - Office Nationale des Forêts (ONF) - DEAL Martinique.
- Angin B. & Belfan D. (2021). Étude de la population d' *Iguana delicatissima* de l'îlet Chancel, mission 2021 – Association Le Carouge - Ardops Environnement - Parc Naturel de Martinique (PNRM) - Office Nationale des Forêts (ONF) - DEAL Martinique.
- Arrêté n°TREL2015788A du 7 juillet 2020 relatif à la régulation de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique - interdiction de toutes activités portant sur des spécimens vivants.
- Arrêté DEAL-SPEB-R02-2023-04-03-0004 portant autorisation de capturer – marquer – relâcher, perturber intentionnellement, transporter, détenir temporairement, manipuler des Iguanes des petites Antilles sur le territoire de la Martinique.
- Balandraud, E. (2020). Développement de la photo-identification pour le suivi de population de l'Iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*). Mémoire de Master1 – Université Jean Monnet
- Bourgade, M. (2020). Note herpétologique relative au contexte martiniquais pour la conservation de l'*Iguana delicatissima* menacé et la Gwanakaéra des Kalinas.
- Breuil, M. (1997). Les reptiles, les amphibiens et les chauves-souris de l'îlet Chancel (Martinique). Rapport. Direction Régionale de l'Environnement, Paris, Association des Amis du Laboratoire des Reptiles et Amphibiens du MNHN, Fort-de-France, Martinique.
- Breuil, M. (2002). Histoire naturelle des Amphibiens et Reptiles terrestres de l'archipel Guadeloupéen : Guadeloupe, Saint-Martin, Saint-Barthélemy : Basse-Terre, Grande-Terre et les îlets satellites, Marie-Galante, Les Saintes, la Désirade, les îles de la Petite Terre, Saint-Martin et les îlets satellites, Saint-Barthélemy et les îlets satellites. Paris, France : Muséum national d'histoire naturelle.
- Breuil, M. (2013). Caractérisation morphologique de l'iguane commun *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758), de l'iguane des petites Antilles *Iguana delicatissima* Laurenti, 1768 et de leurs hybrides. Bulletin de la Société herpétologique de France, 147, 309-346.
- Campbell, M. A., Connell, M. J., Collett, S. J., Udyawer, V., Crewe, T. L., McDougall, A., & Campbell, H. A. (2020). The efficacy of protecting turtle nests as a conservation strategy to reverse population decline. Biological Conservation, 251, 108769.
- Curot-Lodéon, E. (2016). Plan National d'Actions 2011–2015 en faveur de l'iguane des petites Antilles—Bilan de 5 ans d'animation. ONCFS, 49p.

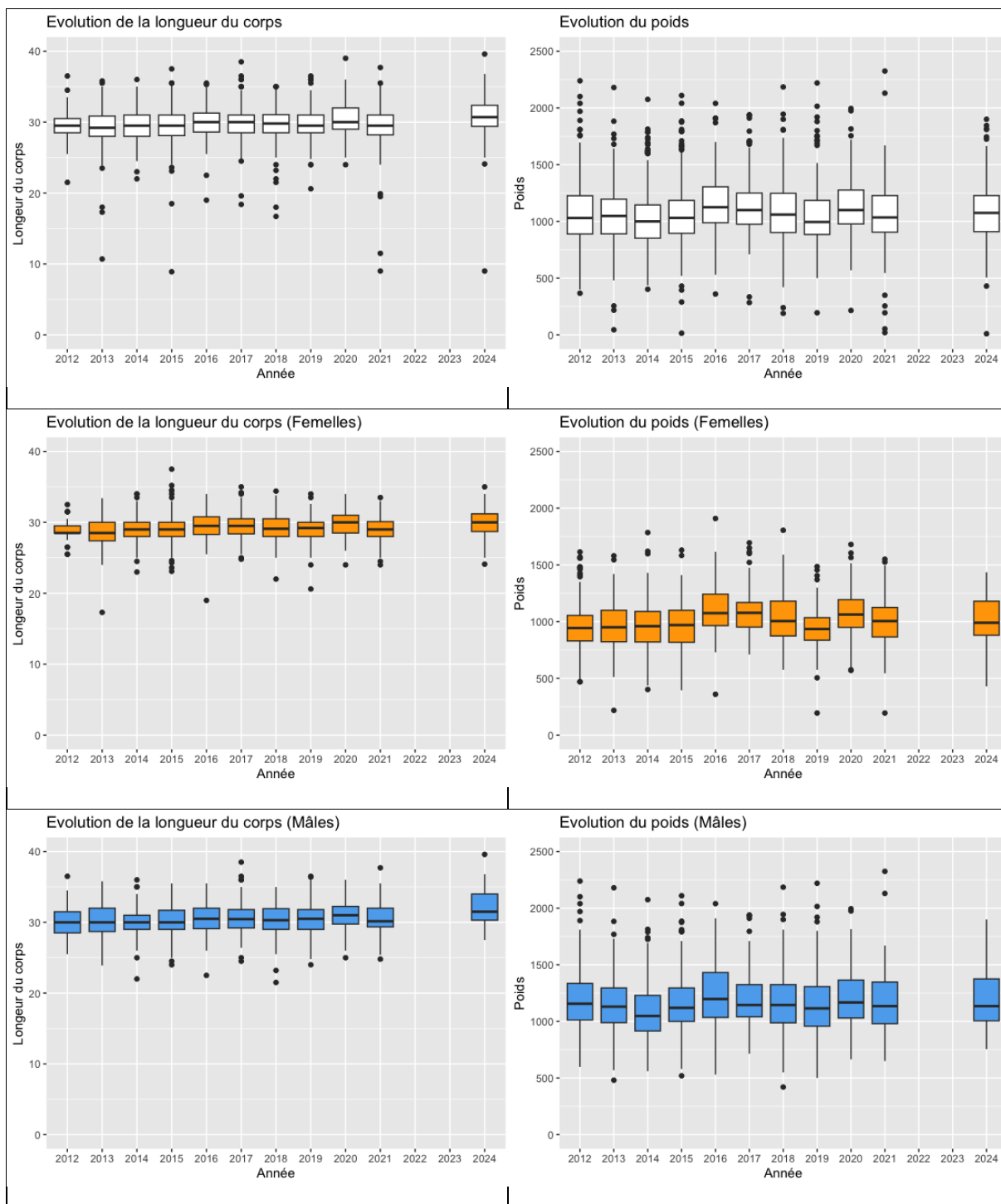


- Den Hartog J. & Reijns R. (2014) I3S Pattern manual: Interactive Individual Identification System.
- Duporge N. & Bouaziz M. (2019). Caractérisation des populations d'Iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) et d'Iguane Commun (*Iguana iguana*) dans le Nord de la Martinique. ONF – Nathalie DUPORGE, 42p.
- HELP SARL (2023 b) : Tentative d'éradication du rat noir (*Rattus rattus*) sur l'îlet Chancel – Martinique. Rapport de mission HELP SARL – ONF Martinique, 48 pages.
- INSEE (2023). Bilan économique 2023 – Martinique. INSEE Conjoncture Martinique N°29.
- Knapp, C., Breuil, C., Rodriguez, C., Iverson, J., & Debrot, A. O. (2014). Lesser Antillean Iguana: *Iguana delicatissima*: Conservation Action Plan, 2014-2016. IUCN/SSC Primate Specialist Group
- Knapp, C. W., & Hudson, R. (2019). 14. Translocation Strategies as a Conservation Tool for West Indian Iguanas. Dans Iguanas: biology and conservation.
- Krysko, K. L., Enge, K. M., Donlan, E. M., Seitz, J. C., & Golden, E. A. (2007). Distribution, natural history, and impacts of the introduced green iguana (*Iguana iguana*) in Florida. *Iguana*, 14(3), 142-151.
- Legouez, C., Maillard, J. F., Del Campo, V. A., & Breuil, M. (2009). L'iguane des petites Antilles : une espèce menacée en Martinique. Premières mesures de conservation. Faune Sauvage (Technical bulletin of the Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Saint-Benoist, Yvelines, France), 284, 60-66.
- Marc, J-V., Saffache, P. (2007). Etude de fréquentation des îlets Chancel, Loup-Garou et Madame. Rapport. Université des Antilles et de la Guyane.
- Moberly, W. R. (1968). The metabolic responses of the common iguana, *Iguana iguana*, to walking and diving.
- Mitchell, B. (2022). Îlet Chancel *I. delicatissima* Final Genetic Report: Data preparation and analyses conducted by the Welch lab at Mississippi State University.
- Ruffray, V. 2011. Étude de la population d'Iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) de l'îlet Chancel, Martinique- Estimation de la taille de la population - Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.
- Van den Burg, M. P., Grandjean, F., Schikorski, D., Breuil, M., & Malone, C. L. (2021). A genuswide analysis of genetic variation to guide population management, hybrid identification, and monitoring of invasions and illegal trade in Iguana (Reptilia: Iguanidae). *Conservation Genetics Resources*, 13(4), 435–445.
- Van Wagensveld, T. P., & Van den Burg, M. (2018). First record on fecundity of an Iguana hybrid and its implications for conservation: evidence for genetic swamping by non-native iguanas. *Herpetology Notes*, 11, 1079-1082.
- Warret Rodrigues, C., Angin, B., & Besnard, A. (2021). Favoring recruitment as a conservation strategy to improve the resilience of long-lived reptile populations: Insights from a population viability analysis. *Ecology and Evolution*, 11, 13068–13080.
- Warret Rodrigues C., Angin B., Besnard A. (2023). Démographie d'une espèce en déclin : coûts et bénéfices des différentes méthodes de suivi chez l'iguane des petites Antilles. *Ardops Environnement CEFE*, 33p. + annexe.

## 9. ANNEXES

Annexe 1 : Évolution du poids et de la longueur du corps des animaux capturés aux cours des CMR

A noter qu'on ne retrouve pas les tailles et poids les plus faibles sur les graphes par sexe car ce sont les mesures pour des individus juvéniles qui n'ont pas pu être sexés.



## Annexe 2 : Évolution de l'état sanitaire des animaux capturés au cours des CMR

