

Rapport

Mise en place d'un suivi de la population d'iguane commun (*Iguana iguana*)

dans les zones portuaires de Fort de France et
du Lamentin

Association Le Carouge



Martinique 2020



Association LE CAROUGE



CAROUGE (LE) - Ass. Loi 1901

5 Bd de Godissard
Résidence Petit Frère
Appart 31, bât B
97234 Floréal Fort de France
SIRET : 414374876



Cette étude a été financée par Office Français de la biodiversité (**OFB**), la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (**DEAL**) et de l'Office National des Forêts (**ONF**) et confiée à l'**Association Le Carouge**.

Les points d'observations ont été réalisés par David BELFAN, Hubert CURFS et Beatriz CONDE et les analyses des données faites par Chloé WARRET RODRIGUES et Baptiste ANGIN

Rédaction : Baptiste ANGIN, Chloé WARRET RODRIGUES et David BELFAN

Photos : David BELFAN

Page de garde et mise en page : David BELFAN

Relecture : Tania LECURIEUX-LAFAYETTE

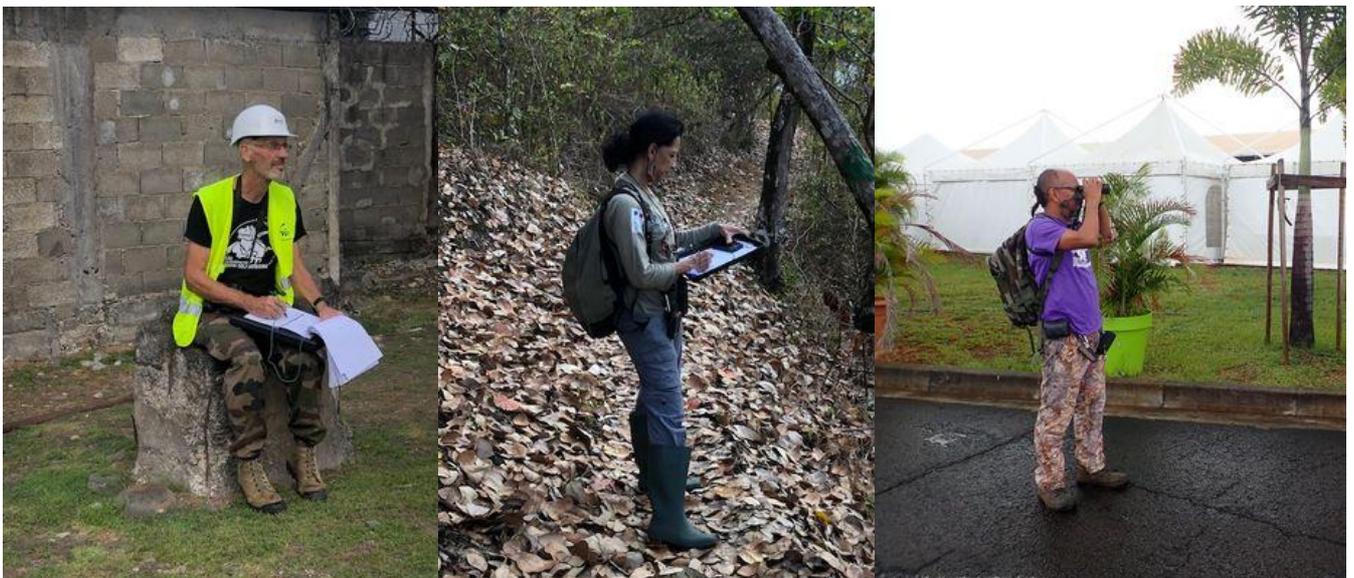
TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	2
INTRODUCTION.....	3
1 MÉTHODOLOGIE	4
1.1 ZONE D'ÉTUDE	4
1.2 PROTOCOLE	6
1.3 ANALYSE DES DONNÉES	8
2 RÉSULTATS.....	9
2.1 RÉSULTATS GÉNÉRAUX	9
2.2 FONCTION DE DÉTECTION	12
2.3 TAILLE DES CLUSTERS	13
2.4 MODÉLISATION ET SÉLECTION DES MODÈLES.....	13
2.5 ESTIMATION DE POPULATION.....	14
2.5.1 <i>Estimation globale</i>	14
2.5.2 <i>Estimations par variables</i>	14
3 DISCUSSION	16
3.1 ANALYSE DU SUIVI	16
3.2 IMPORTANCE DE LA POPULATION.....	19
3.3 PROPOSITION POUR LA LUTTE.	20
CONCLUSION.....	21
BIBLIOGRAPHIE	22
ANNEXE 1 : CONTACT DES PROPRIÉTAIRES PAR ZONES.....	24
ANNEXE 2 : PLANNING DENOMBREMENT IGUANE COMMUN DE FORT DE FRANCE.....	17
ANNEXE 3 : FICHE DE TERRAIN IGUANE COMMUN DE FORT DE France.....	18

Remerciements :

Merci à l'Office Français de la biodiversité (OFB), la **DEAL MARTINIQUE** et L'Office National des Forêts (**ONF**) d'avoir confiés à l'**association le Carouge** l'inventaire du dénombrement de l'iguane commun, afin d'évaluer les effectifs.

Merci à l'implication, disponibilité et professionnalisme des agents des différentes entités notamment, Julie GRESSER et Alicia BONANNO, ainsi que les entreprises qui ont acceptées de collaborer à cet inventaire.



Ce rapport doit être cité sous cette forme :

Angin B., Warret Rodrigues C., Belfan D., 2020. Mise en place d'un suivi de la population d'iguane commun (*Iguana iguana*) dans les zones portuaires de Fort de France et du Lamentin (Martinique) – *Association Le Carouge*. 19p + annexes.

Introduction

L'iguane commun (*Iguana iguana*) est arrivé en Martinique dans les années soixante en provenance de Guadeloupe (Breuil, 2013). D'abord cantonné sur Fort-de-France où il a progressivement augmenté ses effectifs, il est depuis une dizaine d'années régulièrement observé dans d'autres parties de l'île menaçant les dernières populations d'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*). Outre les problèmes posés sur les espèces endémiques, l'iguane commun cause également des impacts économiques et sanitaires non négligeables. Ce que l'on observe aujourd'hui en Martinique est référencé depuis plusieurs années maintenant ailleurs sur son aire de répartition (Saint Martin, Floride, Puerto-Rico, ...) avec des coûts annuels de plusieurs millions d'euros pour les collectivités (ONCFS, 2019). Face à cette situation, l'état français a souhaité en complément du Plan National d'Action pour la conservation de l'iguane des petites Antilles (Angin, 2017) développer un plan de lutte spécifique sur la régulation de l'iguane commun dans les Antilles françaises (ONCFS, 2019).

Ce plan comporte différentes actions afin de contrôler la progression de l'iguane commun et de limiter ses impacts. L'une d'elle passe sur les zones de fortes densité par la capture et l'euthanasie des animaux.. Cette action est ainsi mise en place sur diverses zones de Fort de France depuis quelques années.

C'est dans ce cadre que l'Office National des Forêts, animateur du PNA sur l'iguane des petites Antilles a sollicité l'association le Carouge. Notre étude s'inscrit dans la nécessité d'évaluer à la fois l'abondance des iguanes sur la zone mais également d'évaluer à terme l'efficacité des actions entreprises pour lutter contre l'iguane commun. Nous présentons ici la méthodologie utilisée et les résultats que nous avons obtenus. Enfin nous discutons de l'efficacité de la méthode et de son utilisation dans l'avenir.



1 Méthodologie

1.1 Zone d'étude

La zone d'étude est située sur les communes du Lamentin et de Fort de France en Martinique (cf. figure 1). Elle est composée de 26 polygones répartis le long du littoral et a une surface moyenne de 8.5 hectares (écart-type : 7.8 ha). L'ensemble de ces polygones forme une superficie de 222 hectares.



Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.



Figure 2 : zoom sur une partie de la zone d'étude

Chaque polygone a fait l'objet d'une analyse par photo aérienne pour évaluer l'emprise de cinq éléments sur l'occupation du sol :

- zones boisées : arbres isolés, arbustes, friches ou boisements
- zones herbacées : pelouse ou prairies
- zones bâties : bâtiments individuels ou collectifs et autres constructions
- zones aquatiques : rivière, mer, canal, ravine
- zones nues : parking, route

Cette première évaluation ex-situ a fait ensuite l'objet d'une vérification sur le terrain pour ajouter à la base de données des changements récents ou confirmer des interprétations difficiles.

1.2 Protocole

L'objectif de l'étude est d'évaluer les effectifs d'iguanes communs sur chacune des zones. Pour cela, nous avons utilisé la méthode du distance sampling appliquée à des points d'observation.

Cette méthode possède l'avantage d'avoir déjà été utilisée aux îles Cayman sur la même espèce (Rivera Milan et al. 2016). Elle bénéficie donc d'un recul d'expérience non négligeable pour son application, son analyse, et sa nature standardisée permettra les comparaisons.

La sélection des points d'observation a été faite aléatoirement. La pression d'observation a été fixée à 150 points sur l'ensemble des zones. Un premier tirage aléatoire stratifié de 300 points a été réalisé sur ArcGIS 10.3 (ESRI 2014) en prenant en compte la superficie de chaque polygone pour conserver une densité de point similaire sur l'ensemble de la zone d'étude (environ 0.73 point / ha). Une sélection de 150 points (cf. figure 2) sur les 300 a ensuite été réalisée en fonction de l'accessibilité des zones, de la visibilité sur le point et de la distance par rapport aux autres points. Nous avons ensuite recherché les propriétaires de chaque parcelle (cf. annexe 1) afin de demander une autorisation d'accès.

Sur les 26 zones prévues, deux n'ont pas pu faire l'objet de suivi, il s'agit des zones 15 et 18 (Fig. XX). La zone 15 est constituée de près de 90 % de terrains goudronnées dédiées au stockage et au transport des conteneurs. Malgré nos demandes le responsable du site n'a pas souhaité que des observateurs puissent y entrer. La zone 18 est située plus au Sud et regroupe les stockages de carburant de la SARA. Sur cette zone les responsables obligeaient les observateurs à se former pendant une semaine pour des raisons de sécurité, un temps qui n'était pas prévu dans l'étude. Ces problèmes n'ont permis de réaliser que 124 points sur les 150 prévus.

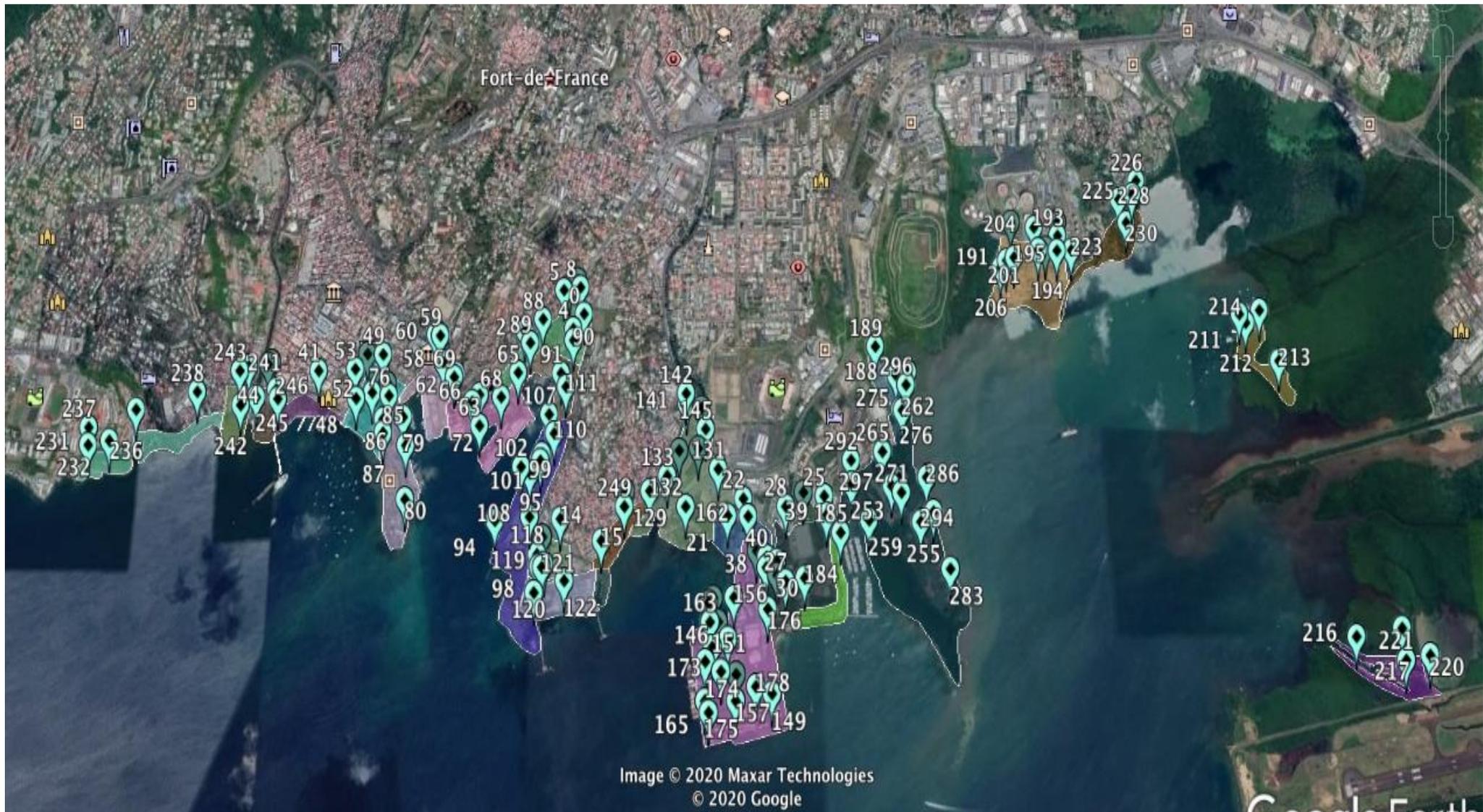


Figure 3 : Carte de localisation des points d'observation.

Pour chaque point, deux suivis ont été effectués (un le matin entre 8 à 12h, le second l'après-midi entre 13 et 17h). L'observation se fait pendant 6 minutes par deux observateurs, avec une paire de jumelles, chacun étant en charge d'un angle de 180° autour du point. Les observateurs notent pour chaque point les variables météorologiques. Pour chaque iguane observé, on note le temps de détection (secondes après le début du protocole), la distance entre l'iguane et l'observateur (distance mesurée en mètres par télémètre laser), la hauteur de l'iguane (en mètres), le support de l'animal (végétation, immeuble, ...) et les informations sur l'individu quand cela est possible (sexe : mâle, femelle, indéterminé ; classe d'âge : juvénile, adulte, subadulte, indéterminée). Dans le cas de plusieurs iguanes regroupés en groupe ou cluster (observation non-indépendante), on note également la taille de ce cluster et on prend le centroïde de présence des iguanes comme localisation. Un cluster est défini comme un groupe d'iguane de même sexe, de même âge et présent sur le même support à une distance de moins de 5 m. L'ensemble de ces informations est ensuite saisi sur une base de données Excel.

1.3 Analyse des données

L'objectif était de déterminer l'abondance des iguanes communs sur la zone d'étude. Les analyses ont été réalisées sous Distance 7.3 (Thomas et al. 2010). Les données ont été traitées de 2 façons différentes :

Puisqu'un cluster n'a par essence pas de sexe (définition 1), nous avons d'abord traité les animaux réunis à moins de 5m sur un même substrat, et observés durant la même minute comme étant un seul cluster, et aucune covariable n'a été considérée à ce stade. Lorsque les observations réunies n'avaient pas la même distance, nous avons retenu la moyenne de ces distances, comme étant la distance du cluster.

Dans un deuxième temps, les données ont été traitées telles qu'elles nous ont été soumises. Les clusters étant définis dans ce cas comme des groupes d'animaux de même sexe et âge, ou de sexe et/ou d'âge indéfini observés au même moment et sur le même substrat (définition 2).

Concernant les covariables, les méthodes de distances sampling étant particulièrement sensibles au nombre des observations pour estimer la fonction de détection, les subadultes ont été reclassés comme adultes et lors d'analyses impliquant à la fois l'âge et le sexe, l'ensemble des juvéniles ont tous été recodés comme étant de sexe indéterminé.

2 Résultats

2.1 Résultats généraux

Au total ce travail a permis d'observer 536 iguanes au sein de 245 clusters soit en moyenne 2,19 iguanes par cluster. Sur ces 536 iguanes, les observateurs ont identifié 169 femelles, 111 mâles et 256 individus pour lequel le sexe est indéterminé. L'âge des individus observés se décompose entre 350 adultes, 95 subadultes, 51 juvéniles et 40 individus dont l'âge est indéterminé. Le nombre d'iguanes total par polygone est présenté dans le tableau 1 et dans la figure 4

Numéro Polygone	Nb de points réalisés	Nb d'iguanes observés
1	7	7
2	2	18
3	1	3
4	3	3
5	10	1
6	2	0
7	6	28
8	4	79
9	7	5
10	6	116
11	4	16
12	10	82
13	5	56
14	10	36
15	0	0
16	2	0
17	2	0
18	0	0
19	5	0
20	4	0
21	5	0
22	5	51
23	3	8
24	2	17
25	2	10
26	17	0

Tableau 1 : Nombre de points réalisés et effectifs recensés sur chaque polygone.



Les iguanes ont été majoritairement observés sur les arbres (74%) mais également au sol (14%) et sur des éléments du bâti (8%). Concernant les espèces préférentiellement utilisées, le tableau 2 donne la répartition des observations par espèces d'arbres. 5 espèces se détachent nettement : le chacha, le poirier, le figuier pleureur, l'amandier et le gliciridia.

Espèce	Nb d'iguanes observés
Cha cha (<i>Albizia lebeck</i>)	130
Poirier (<i>Tabebuia heterphylla</i>)	50
Sp. Indéterminée (plantes grimpantes, lianes)	43
Figuier pleureur (<i>Ficus benjamina</i>)	40
Amandier (<i>Terminalia catappa</i>)	35
Gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i>)	29
Paletuvier noir (<i>Avicennia germinans</i>)	24
Cocotier (<i>cocos nucifera</i>)	10
Manguier (<i>Mangifera indica</i>)	10
Acacia odorant (<i>Vachellia farnesiana</i>)	5
Frangipanier blanc (<i>Plumeria alba</i>)	5
Fromager (<i>Ceiba pentadra</i>)	3
Avocatier (<i>Persea americana</i>)	2
Campèche (<i>Haematoxylum campchianum</i>)	2
Oranger (<i>Citrus sinensis</i>)	2
Tulipier du Gabon (<i>Spathodea campnulata</i>)	2
Bois côtelette (<i>Citharexylum fruticosum</i>)	1
Flamboyant (<i>Delonix regia</i>)	1
Palmier (<i>Roystonea regia</i>)	1
Quenettier (<i>Melicoccus bijugatus</i>)	1
Tamarinier (<i>Tamarindus indica</i>)	1

Tableau 2 : Répartition spécifique des observations arboricoles.

La figure 4 présente l'histogramme des distances de détection entre l'observateur et l'iguane. La moyenne de détection est de 49m avec un écart-type important de 42 m.

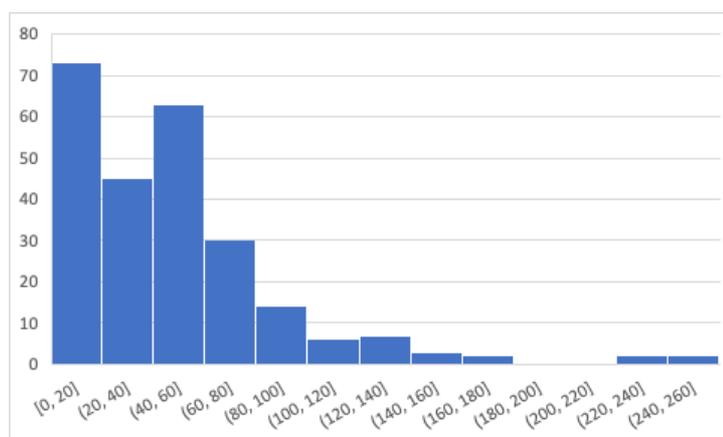


Figure 4 : Histogramme des distances d'observation des individus détectés.

2.2 Fonction de détection

En général, l'histogramme des observations (figure 5) présente une diminution abrupte autour de la distance 30m puis remonte jusqu'aux alentours de la distance 45m pour diminuer à nouveau graduellement jusqu'à la distance à laquelle nous avons tronqué les données. Ce pattern viole ainsi le principe de monotonie de la fonction de détection (i.e. plus les objets sont loin du point d'observation, plus la probabilité de détection est faible), suggérant un mouvement d'évasion puisque le nombre d'observations, étant bien supérieur à 200, nous pousse à écarter un artefact de petite taille d'échantillon. Une autre hypothèse est l'influence de l'hétérogénéité du milieu qui peut compliquer l'observation de manière très diverses en fonction des points. Quelle qu'en soit la cause, ce comportement des données demande de relâcher quelque peu le principe de monotonie et d'adapter l'estimation de la variance mais ne pose pas forcément un souci majeur.

Cette forme d'augmentation rapide puis diminution lente (Fig. 5) est caractéristique des méthodes de distance sampling par point d'observation. Puisque l'on enregistre les observations à partir de cercles, la probabilité de détecter des animaux augmente linéairement avec la distance (le diamètre du cercle d'observation augmentant, le nombre d'animaux "disponibles" pour être détecté augmente), jusqu'à une certaine distance à partir de laquelle elle commence à diminuer, dû au fait que l'observateur commence à vraiment "manquer" des animaux (la probabilité de détection de l'observateur devient vraiment petite).

La fonction de détection est ensuite appliquée aux données ajustées des histogrammes des observations (cf. figure 6). Les fréquences d'observations sont ainsi divisées par le rayon du cercle considéré.

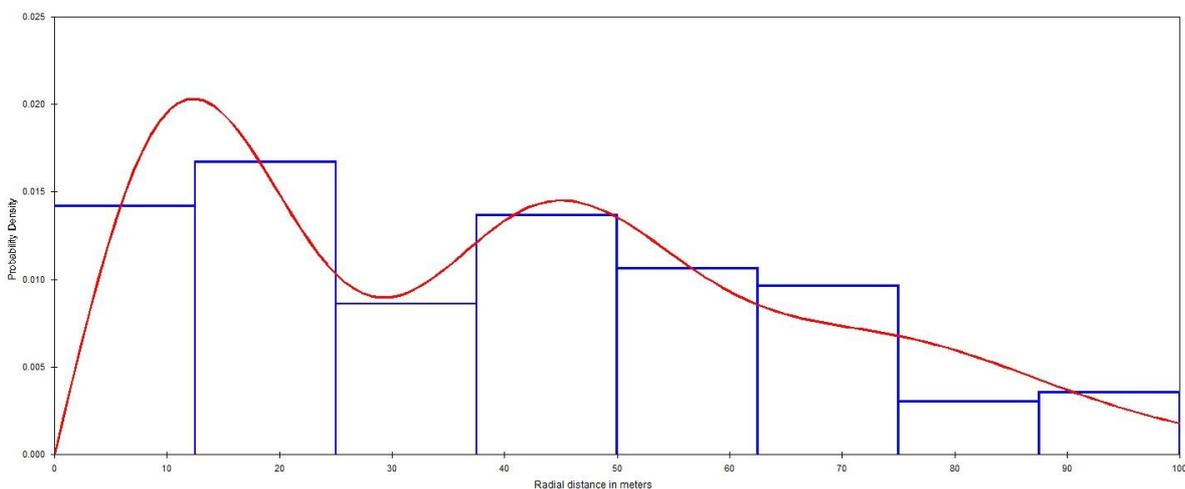


Figure 5 : Histogramme des observations et courbe de la probabilité de densité à partir des données brutes.

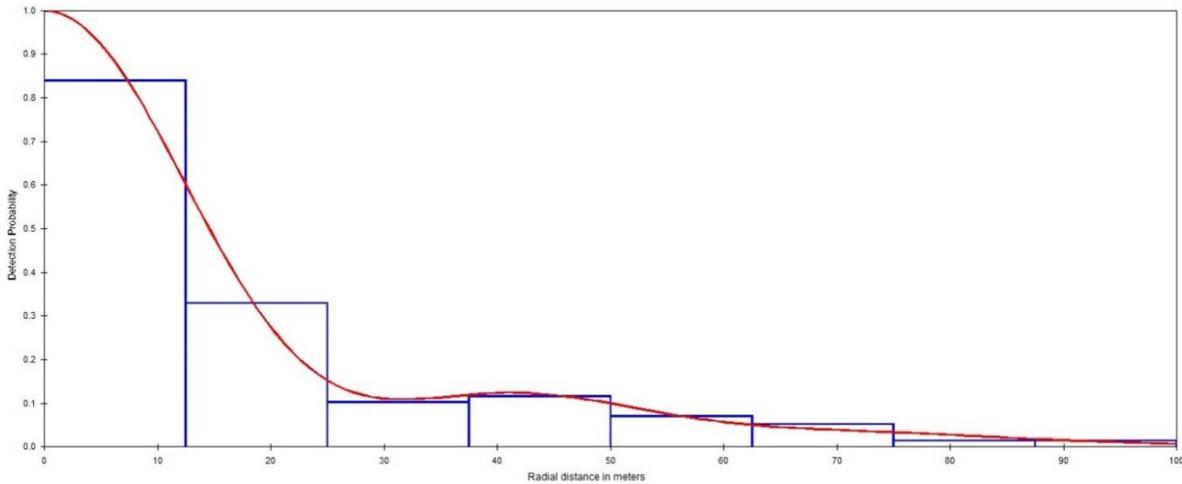


Figure 6 : Histogramme des observations et courbe de la fonction de détection à partir des données ajustées.

2.3 Taille des clusters

Lorsque les animaux existent en clusters, il est important d'estimer sans biais la taille moyenne de ces clusters pour déterminer l'abondance et la densité d'animaux au plus proche des valeurs réelles. Or, en général, plus la distance augmente, plus il est facile de repérer les larges clusters par rapport aux petits clusters ou aux animaux uniques. En conséquence, la taille moyenne des clusters tend à être surestimée par rapport à la taille réelle des clusters dans la population. En termes statistiques, cela signifie que quand l'on régresse la taille des clusters (transformation logarithmique) contre la distance par rapport au point d'observation on obtient une pente positive. Pour corriger ce biais, le logiciel Distance régresse la taille des clusters (transformation logarithmique) contre la probabilité de détection, ce qui produit une pente négative. On s'attend alors à ce que la taille de cluster estimée soit inférieure à la taille de cluster observée. Plusieurs raisons peuvent faire que ce ne soit pas le cas. Parmi ces raisons un faible nombre d'observation de clusters, la détection des clusters n'est pas biaisée par la taille des clusters, ou les clusters distants sont sous-estimés (i.e. l'observateur ne perçoit pas l'entièreté du cluster).

Lors de nos analyses, certaines tentatives de DISTANCE (itérations du bootstrap) pour corriger la taille moyenne des clusters ont eu tendance à surestimer les tailles de ces clusters, résultant en une estimation très proche de la taille moyenne observée. Nous avons donc conclu que la détection des clusters n'était pas biaisée par leur taille et avons donc privilégié l'utilisation de la taille moyenne des clusters observés entre 0 et 100m (distance de troncation sélectionnée), lors de la construction des modèles. Cependant, Les meilleurs modèles ont été systématiquement renseignés avec les deux méthodes (tailles moyennes observée et régression) pour s'assurer que les estimations ne divergeaient pas.

2.4 Modélisation et sélection des modèles

Au total 48 modèles ont été testés. Parmi les modèles adéquats, nous avons sélectionné le meilleur modèle selon 1. La vraisemblance des paramètres, 2. Le principe de parcimonie (nous avons favorisé le plus petit nombre de covariables et le nombre minimum d'ajustement), 3. l'AIC. Nous avons présélectionné 21 modèles, qui ont tous convergé vers des estimations similaires.

Les paramètres du modèle retenu étaient les suivants :

Fonction half-normal cosine, 4 termes d'ajustement, la forme de la fonction a été contrainte à être strictement monotone décroissante. Vu la forme des histogrammes de données, nous avons décidé de dériver l'estimation de la variance avec un re-échantillonnage des points par bootstrap non-paramétrique. Le bootstrapping produit en général des estimations plus conservatrices, notamment augmente légèrement l'intervalle de confiance. La distance de troncation retenue est de 100m, et c'est la distance que nous avons utilisée pour calculer la taille moyenne des clusters.

Le rayon effectif (distance ρ depuis le centre du cercle telle que l'observateur détecte autant d'animaux au-delà de ρ qu'il n'en manque à l'intérieur de ρ) est de 27.1 m (écart-type = 2.1). Une valeur très proche de celle trouvée par Rivera-Milan et al. (ce paramètre permet in fine de calculer la densité).

2.5 Estimation de population

2.5.1 Estimation globale

Nous avons estimé l'abondance N de 723 (intervalle de confiance - bootstrap : 387-1350), ce qui fait une densité de 3,96 iguane/ha et une densité de 1,37 clusters/ha. La taille moyenne observée des clusters (voir définition du terme cluster paragraphe 1.3) était de 2.9 iguanes par cluster (contre une taille estimée par la méthode de régression de 2.7 iguanes par cluster). La probabilité d'observer un cluster (disponibilité des iguanes) dans une zone spécifique est de 7% (intervalle de confiance : 4,6 – 10%).

2.5.2 Estimations par variables

Afin d'avoir une idée de l'effet des variables sexe, âge et de certaines variables environnementales sur les estimations d'effectifs et densité, nous avons créé une série de modèles de distance sampling conventionnels avec post-stratification par sexe, âge, ou habitat.

2.5.2.1 Variables individuelles

Pour les variables âge et sexe, les estimations que nous avons obtenues sont proches des chiffres donnés dans le paragraphe précédent. La déclinaison de ces estimations par classe d'âge et de sexe est malgré tout peu représentative de la réalité selon nous. D'une part, plus la distance augmente plus la difficulté de différencier ces classes augmente, donc la probabilité d'erreur d'identification augmente aussi. D'autre part les données d'individus au sexe indéterminé sont importantes dans nos observations (48%). Or on ne connaît pas le sex-ratio de la population adulte, ce qui complique fortement l'analyse des données et surtout la production d'une estimation fiable d'abondance par sexe. Les estimations obtenues sont au mieux des estimations d'abondance (et de densité) minimales par sexe, et nous pouvons les fournir sur demande.

2.5.2.2 Variables environnementales

Pour les variables habitats nous avons cherché à savoir si les densités d'iguane étaient fonction de la présence plus ou moins élevée d'un habitat. Cinq habitats ont été identifiés et le pourcentage de surface qu'ils couvrent calculé pour chaque polygone : boisement, zone herbacée, zone bâtie, zone aquatique ou zone nue (parking, route, ...). Les données disponibles ont été classées en deux catégories, forte (habitat présent sur plus de 50 % de la surface) ou faible (moins de 50%). Les zones herbacée et aquatique n'étant que très peu représentées nous n'avons pas pu les utiliser dans l'analyse. Pour les habitats boisés, le problème s'est posé car nous n'avons aucune observation d'iguane dans les polygones présentant des proportions importantes de boisement, nous n'avons donc pas pu calculer les

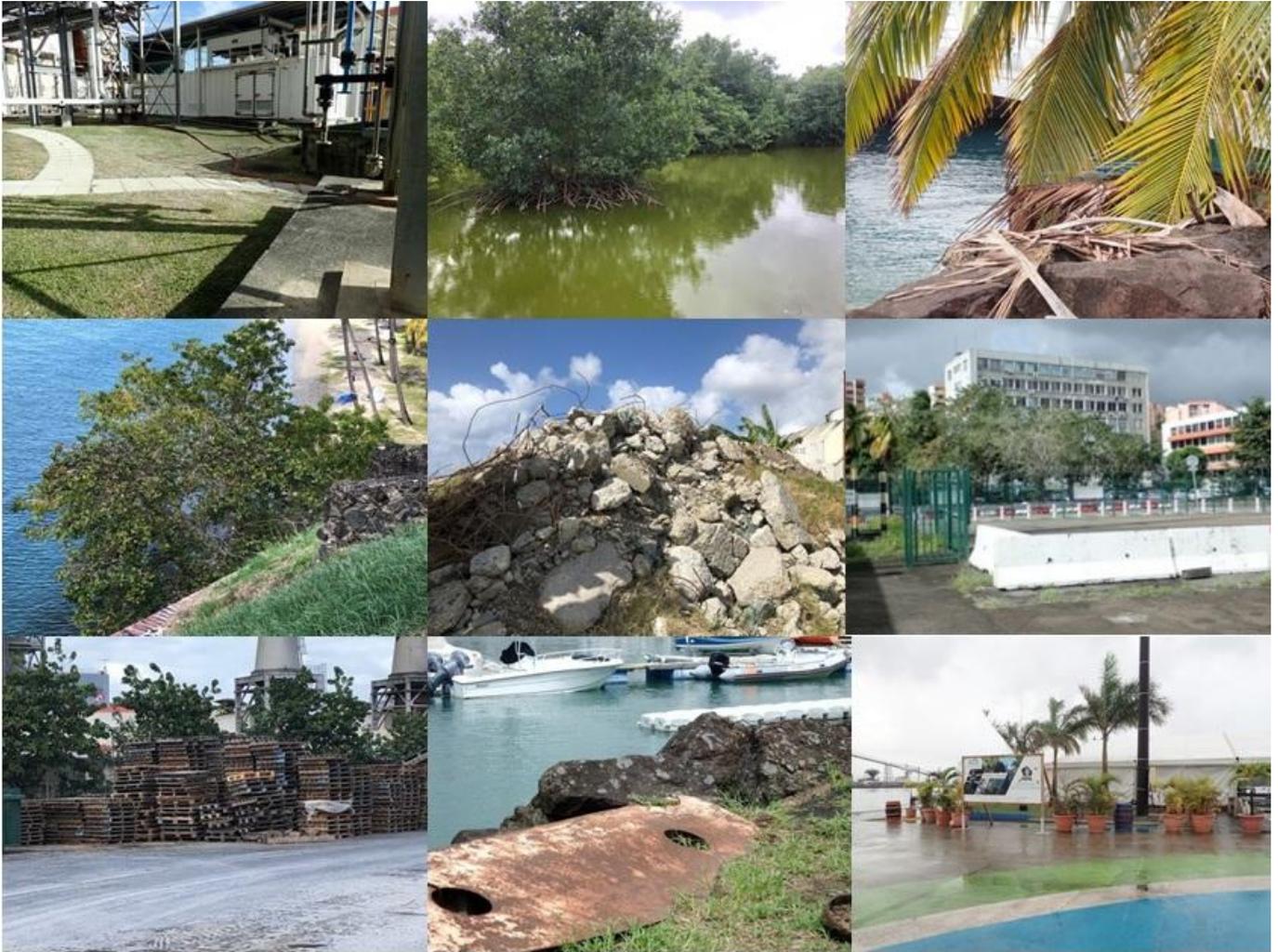
estimations de population pour cet habitat. Notre expérience et la littérature nous font penser que ce résultat est plus lié à un biais d'observation qu'à une réalité écologique pour l'espèce. En effet les iguanes sont des reptiles arboricoles et herbivores qui sont très adaptés à cet habitat. Par contre plus les arbres sont hauts et denses et plus la difficulté pour détecter un iguane augmente. La classe bâtie apporte des résultats avec des densités proches que l'on soit en bâti dense ou épars. La classe nue (parking et route) donne des estimations d'effectif triplées quand cet habitat est peu représenté, comme attendu (cf. Tableau 3).



Habitat	Présence de l'habitat	Abondance	Densité d'iguane	Densité de clusters
Zone bâtie	Forte	535 (263-1088)	2.93 (1.4-6)	1.43 (0.7-2.8)
	Faible	435 (213-889)	2.39 (1.1-4.9)	1.1 (0.6-2.3)
Zone nue	Forte	235 (102-540)	1.29 (0.6-2.9)	0.63 (0.3-1.4)
	Faible	735 (377-1434)	4.03 (2.1-7.9)	1.97 (1.0-3.7)

Tableau 3 : Estimation des abondances et densité d'iguanes et de clusters par habitat et classe d'importance (les chiffres entre parenthèse sont les intervalles de confiance).

Ces résultats par habitat donnent peu d'informations sur les préférences de l'espèce sur le secteur. Une définition plus fine de l'habitat en suivant d'autres échelles (ex.: densité des espèces végétales préférées,...) pourrait permettre d'améliorer cette analyse et de rendre les résultats plus utile en terme de gestion.



Photos divers habitats rencontrés

3 Discussion

3.1 Analyse du suivi

Les résultats de la modélisation (paramètres des modèles et robustesse des estimations aux modifications de paramètres) produits pour ce travail sont très corrects ce qui permet de confirmer les chiffres de densité et d'abondance obtenus. Le protocole fonctionne correctement même s'il pourra être amélioré pour le rendre encore plus efficace (cf. paragraphe suivant).

Il convient cependant de prendre en compte dans l'analyse des résultats le fait que plusieurs sites de la zone d'étude font l'objet depuis plusieurs années de capture d'iguane commun par différents services (ONCFS, ONF, ...). Ces captures ont été renforcées depuis 2019 sur la zone. Il est donc difficile d'expliquer les résultats obtenus. En effet notre expérience montre que les opérations de capture ou de tirs sur cette espèce peuvent conduire à différents effets sur la population qui peuvent biaiser fortement les résultats de suivis. Premièrement, la fuite des individus restant qui préfèrent se déplacer si la pression est trop forte. Deuxièmement, l'augmentation du comportement de fuite des individus

rester qui modifie leur comportement lorsque des hommes sont repérés. Enfin et cet effet est inverse aux précédents, on peut également assister à un recrutement de nouveaux individus sur certains sites. En effet les personnes capturant les iguanes concentrent majoritairement leurs pressions sur les plus gros individus plus visible et défendant leur territoire, délaissant les animaux plus petit. La perte pour le territoire de ces individus dominant conduit à l'arrivée de nouveaux individus qui vont chercher à récupérer ces territoires. L'élimination d'un seul individu alpha, peut donc entraîner le recrutement de plusieurs individus betas. Ces trois effets ont donc pour finalité d'augmenter ou de diminuer la densité et donc l'abondance d'iguane sur le site étudié.

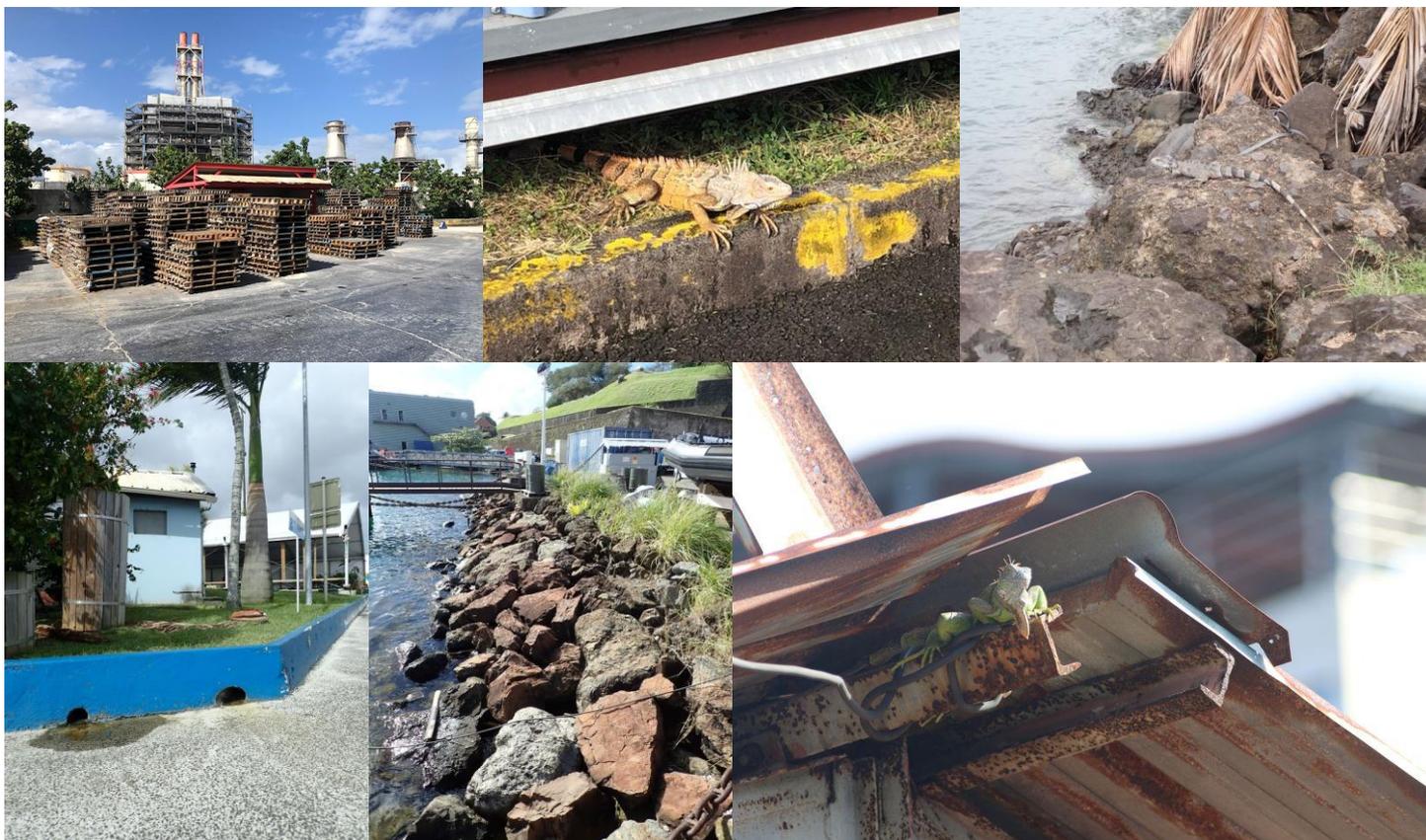
Il est donc important de comprendre que les estimations obtenues dans ce travail correspondent bien à des chiffres qui peuvent avoir été biaisés par les captures passées. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous préférons donner des estimations sur l'ensemble de la zone d'étude et non pas par polygone. De plus, il faudrait augmenter largement le nombre de points d'observation par polygone, afin de pouvoir modéliser la fonction de détection par polygone.

Un autre biais possible de cette étude, que l'on retrouve dans de nombreux travaux d'écologie est la possible sous-estimation de la population. Comme nous l'avons rappelé plus la distance augmente et plus la difficulté d'observer un iguane augmente. Les modèles utilisés permettent de corriger certains problèmes inhérents au protocole mais ils ne pourront rien faire si on a une sous-estimation importante lors de l'observation du nombre d'individus dans les clusters. La capacité de dissimulation des iguanes est très forte surtout dans les arbres avec un feuillage dense. Notre expérience nous montre qu'on ne voit souvent qu'une partie des iguanes quand on regarde l'extérieur de l'arbre. Les estimations annoncées sont donc à considérer comme un minimum pour la zone.



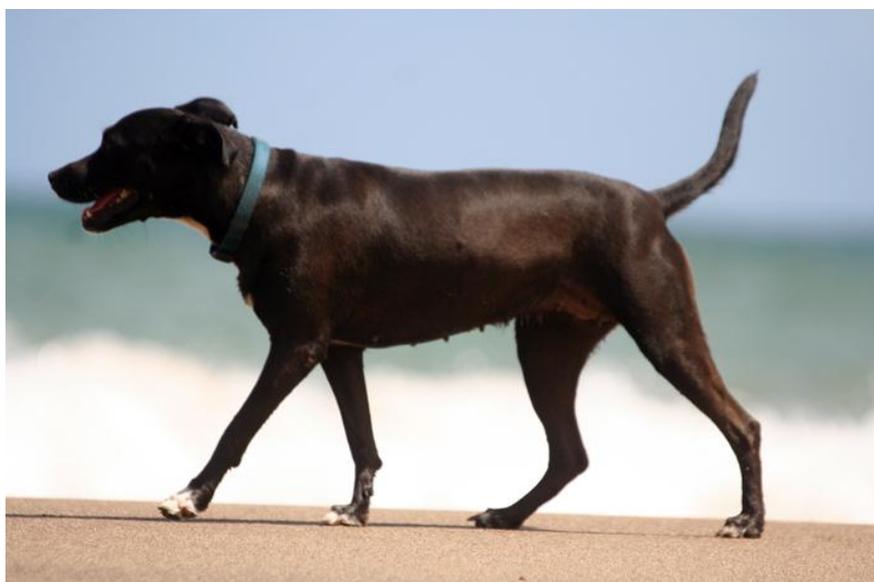
Photos de dissimulation de l'espèce

Enfin les données obtenues montrent une répartition d'iguane par cluster de taille importante sur certains sites et des densités estimées plus faible voire nulle ailleurs, ce qui ne veut pas dire absence, car certains sites possèdent des anfractuosités qui permettent aux iguanes de se réfugier sans être observés (palettes, enrochements, toiture, évacuation EP etc).



Photos divers refuges des iguanes

Ces regroupements peuvent en partie s'expliquer par un habitat plus favorable. Nous avons ainsi constaté qu'aucun iguane n'a été observé sur la zone de Californie à l'étang Zabricot ainsi qu'à Volga et le long du littoral du quartier Texaco. Sur ces sites des groupes de chiens sauvages circulent et prédatent les iguanes.



Photos d'un chien traquant les iguanes

A l'inverse des populations importantes ont été observées à la plage de la Françaises et sur le port. Pour la première des déchets de nourriture déposés, attirent les iguanes qui y trouvent une source d'alimentation non négligeable. Sur la seconde, c'est une entreprise d'aliments pour bétails qui attire les iguanes qui consomment les pertes d'aliments en lien avec la manutention et qui pénètrent également dans les entrepôts, d'autres exemples comme le dépôt de nourriture pour les chats, ainsi que les repas dans des sachets laissés sur la voie publique.



Photos divers lieux de nourrissage

3.2 Importance de la population

Nous avons souhaité comparer les résultats obtenus avec ceux déjà connus pour d'autres territoires. A l'heure actuelle pour les Antilles françaises, aucun suivi de population n'a été réalisé sur cette espèce, aucun chiffre d'abondance ou de densité ne sont donc disponibles. Plusieurs évaluations de densité existent dans la littérature mais ont été obtenus avec des méthodes très différentes rendant la comparaison difficile (Bock, 2014). Le territoire proche le mieux étudié est celui de l'île de Grand Cayman. Des études similaires (protocole très proche) sont menées sur place depuis 2014 (Rivera et Milan, 2016, 2020) et permettent d'avoir un recul intéressant à la fois sur la méthode mais également sur les actions de lutte et les résultats obtenus. Sur ces îles les auteurs ont estimé des densités comprises entre 6.5 et 10.4 iguane/ha. Ces chiffres sont donc entre 2 à 3 fois plus important que les résultats de notre étude. Un important projet de réduction de l'iguane commun a lieu sur cette île depuis 2018. Après avoir pendant 4 années estimées les effectifs et leurs évolutions avec une méthode similaire, les autorités ont décidées de financer la capture des iguanes communs en offrant des primes.

Depuis 2018 ce sont ainsi plus de 1,2 millions d'iguanes qui ont été capturés et tués (J. Haackonsson, comm. pers.) entraînant un coût pour la collectivité de plus de 6 millions d'euro. Sur ce territoire, les autorités ont jugé nécessaire de limiter l'iguane commun pour favoriser la conservation des espèces endémiques et limiter les impacts économiques.

En Martinique de nombreuses zones de nidifications ont été observées aux alentours de la capitale et quartiers avoisinant



Photos divers lieux de pontes d'iguanes (embouchure de la rivière Madame, et hauteur de TSF)

3.3 Proposition pour la lutte.

Les deux plans nationaux d'action pour la conservation de l'iguane des petites Antilles (Legouez, 2010 et Angin, 2017) ainsi que le plan de lutte contre l'iguane commun (ONCFS, 2019) ont depuis plusieurs années montrées d'une part l'évolution considérable des populations d'iguane commun aux Antilles françaises mais surtout encouragé la mise en place de mesure pour limiter son expansion et ses impacts. A l'heure actuelle dans le monde aucun territoire envahit par cette espèce n'a été capable de la supprimer une fois que celle-ci a commencé à se reproduire. Sur les territoires où l'espèce est bien implantée depuis plusieurs décennies comme c'est le cas pour la Martinique, les actions de lutte passent majoritairement par du contrôle afin de minimiser l'impact de cette espèce. C'est également ce qui est préconisé par le plan de lutte (ONCFS, 2019).

Cette étude a permis d'estimer pour la première fois sur les Antilles françaises des densités d'iguane commun et une abondance sur une partie du territoire. Elle permet de cibler certaines zones où les observations d'iguanes sont les plus importantes cependant elles ne traduisent pas l'évolution des populations mais bien un effectif observé à un instant précis.

L'évaluation des actions de conservation est mise en avant dans les nouvelles politiques environnementales menées depuis plusieurs années. Ces évaluations souvent ignorées jusqu'alors apparaissent de plus en plus prépondérantes car elles permettent de se rendre compte des effets de chaque projet. Cela est également le cas dans le cadre de la régulation de l'iguane commun, il est nécessaire de voir si les captures qui ont lieu sont efficaces ou si au contraire elles n'entraînent aucune diminution des populations d'iguane commun. Afin de mener correctement une action de gestion et d'être capable d'en estimer ses effets il est important d'établir les paramètres démographiques de la population en amont, afin de comparer les paramètres après l'intervention.

Pour les prochaines actions de lutte envisagées sur cette zone ou sur d'autres secteurs nous préconisons d'y associer une étude de la densité en la calquant sur un agenda précis. On effectuera deux passages en amont des captures avec la méthode décrite dans ce rapport. Plus le nombre de point sera important meilleure sera l'estimation. Ces deux passages auront lieu un mois et deux mois avant la date de capture. Les opérations de capture devront être les plus rapprochées possibles et l'optimum serait de les concentrer sur la même semaine en utilisant l'ensemble des méthodes disponibles. En aval des captures, on mettra en place le même protocole de suivi qu'en amont en modifiant les dates de passages. Au total nous préconisons 6 passages : un premier une semaine après, puis un mois et deux mois après les captures, à quatre mois, six mois et enfin un dernier un an après. Ce protocole permettra d'estimer la part d'individu qui intègre la zone rapidement depuis les zones extérieures mais également de mesurer plus finement la vitesse à laquelle une population retrouve son état initial. Ces paramètres sont importants pour mesurer l'efficacité des moyens de luttés mis en œuvre.

Conclusion

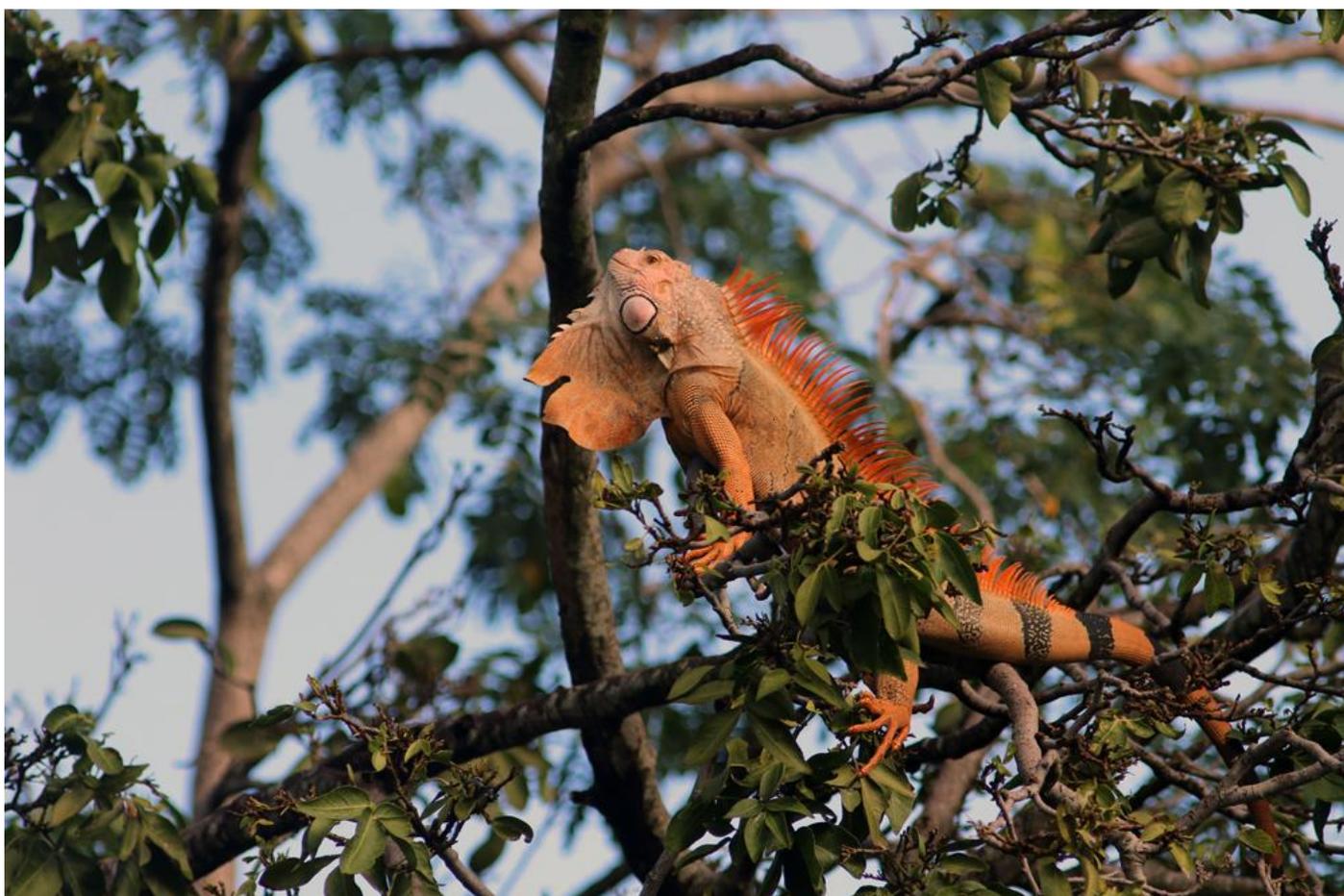
L'iguane commun (*Iguana iguana*) était jusqu'à présent bien vu sur les Antilles françaises où la population en était fière et les entreprises l'utilisaient volontiers en tant qu'étendard pour la promotion du tourisme. La compétition avec la faune et la flore endémique et les impacts économiques et sanitaires qui commencent à être perçus par la population sont en train de faire changer l'image que cette espèce représentait. L'état et les collectivités ont eu aussi compris les risques que fait courir cette espèce et on réagit en élaborant des mesures de régulation.



Photos de touristes observant des iguanes à Fort de France

Notre étude vient apporter un éclairage nouveau pour les Antilles françaises en permettant pour la première fois d'estimer l'abondance et la densité d'iguane commun (*Iguana iguana*) sur une zone de plus de 220 hectares. Le protocole mis en place et testé avec succès ici suit une méthode standardisée, qui a fait ses preuves ailleurs dans les Antilles (Rivera-Milan et al., 2016 ; 2020). Elle est aisée à mettre en place, et offre une alternative moins coûteuse à d'autres méthodes de type Mark-recapture par exemple. Sa répétabilité et sa capacité à modéliser l'incertitude des paramètres estimés permet une comparaison dans l'espace (entre zones) et dans le temps (ex.: entre années, ou avant et après projet de régulation).

L'estimation actuelle peut donc servir de point de départ dans le cadre d'un suivi à long terme des actions de gestion de cette population d'iguanes communs. A une échelle plus large, nous pensons que cette méthode pourrait servir de base commune à une lutte concertée contre l'iguane commun au niveau des Antilles françaises au moins, et même à un niveau international.



Bibliographie

- Angin B., 2017. Plan National d'Actions pour le rétablissement de l'iguane des petites Antilles, *Iguana delicatissima*, 2018 – 2022. 69p. + annexes.
- Bock, B. C., 2014. *Iguana iguana*, common green iguana. Instituto de biologia, Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia, 24p.
- Breuil, M., 2013. Caractérisation morphologique de l'iguane commun *Iguana iguana* (Linneaus, 1758), de l'iguane des petites Antilles *Iguana delicatissima* Laurenti, 1768 et de leurs hybrides. Bulletin Société Herpétologique de France, 147 :309-346.
- ESRI 2014. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Legouez, C. 2010. Plan National d'Actions de l'iguane des petites Antilles (*Iguana delicatissima*) 2010-2015. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, Direction régionale de l'environnement Martinique, cellule Martinique de l'ONCFS Antilles françaises, 137p.
- ONCFS, 2019. Plan de lutte contre l'iguane commun (*Iguana iguana*) aux Antilles françaises.
- Rivera-Milan F.F., Haakonsson J.E., Harvey J, 2016. Monitoring, modeling and management of green iguanas on Grand Cayman. Unpublished report, Department of Environment, unpublished report, Grand Cayman.
- Rivera-Milan F.F., Haakonsson J.E., 2020. Monitoring, modeling and harvest management of non-native invasive green iguanas on Grand Cayman, Cayman Islands. *Biological Invasions* 22:1879–1888.
- Thomas, L., S. T. Buckland, E. A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R. 283
B. Bishop, T. A. Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design 284 and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47:5–14.

Annexe 1 : Contact des propriétaires par zones

Polygone	Propriétaire	Contact	Téléphone
1			
2	EDF centrale Pointe des carrières	M. Yves Ventadour	0596 59 21 28
3			
4	Colas	M. Charbonnais	0596 70 70 70
5	CMA-CGM		0596 55 32 00
	Frigodom		0596 55 32 74
	Logidom		0596 39 30 30
			0696 28 31 29
6			
7			
8	ENA		0596 72 64 64
9	Port	M. Tony Bonvel	0696 01 65 80
10	Fort St Louis	Major franck Peninon	0696 81 98 61
11			
12			
13	Cimenterie Lafargue		0596 72 84 84
14	Station d'épuration Odysse Dillon	M. Julien Bonnet	0696 22 51 60
15	Creps (Poussée vélique)	M. Bellance	0696 45 92 20
			0596 61 20 18
16	Port de plaisance (étang Zabricot)		0596 75 11 57
			0696 92 21 06
17	Centre de secours (Pompiers)		0596 72 58 18
18	Sara	Stéphanie Théverin	0596 50 89 21
			0596 50 18 94
			0596 50 89 75
			0696 45 27 65
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26	Zone militaire	Major Patrick Langlois	0696 39 59 58
			0596 60 84 85
			0596 60 84 87

Annexe 2 : Planning dénombrement iguane commun

PLANNING DENOMBREMENT IGUANE COMMUN				
LOCALISATION		DATES		LIEUX
N° Point GPS	Polygone	Matin (8 h - 12 h)	Après-midi (14 h - 17 h)	Observations
0	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
1	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
2	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
4	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
5	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
7	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
8	1	14/01/2020	14/01/2020	St Thérèse/ Canal Alaric
11	2	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des grives (EDF)
14	2	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des grives (EDF)
15	3	14/01/2020	14/01/2020	Marina Poussée vélique
20	4	20/01/2020	20/01/2020	Zone industrielle Pte des Grives (Colas)
21	4	20/01/2020	20/01/2020	Zone industrielle Pte des Grives (Colas)
22	4	20/01/2020	20/01/2020	Zone industrielle Pte des Grives (Colas)
25	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
27	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
28	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
30	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
31	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
37	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
38	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
39	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
40	5	21/01/2020	21/01/2020	Zone industrielle etang Zabricot
41	6	05/01/2020	05/01/2020	Pointe Simon
44	6	05/01/2020	05/01/2020	Pointe Simon
45	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane
47	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane
48	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane

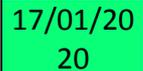
49	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane
52	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane
53	7	05/01/2020	05/01/2020	La savane
58	8	13/01/2020	13/01/2020	Terminal Dominique, Guadeloupe
59	8	13/01/2020	13/01/2020	Terminal Dominique, Guadeloupe
60	8	13/01/2020	13/01/2020	Terminal Dominique, Guadeloupe
54	8	13/01/2020	13/01/2020	Terminal Dominique, Guadeloupe
62	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
63	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
65	9	13/01/2020	13/01/2020	Terminal croisière (Port)
66	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
68	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
69	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
72	9	19/02/2020	19/02/2020	Terminal croisière (Port)
76	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
79	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
80	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
85	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
86	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
87	10	17/01/2020	17/01/2020	Fort Saint Louis
88	11	13/01/2020	13/01/2020	Marina St Thérèse
89	11	13/01/2020	13/01/2020	Marina St Thérèse
90	11	13/01/2020	13/01/2020	Marina St Thérèse
91	11	13/01/2020	13/01/2020	Marina St Thérèse
94	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
95	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
98	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
99	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
101	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
102	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
107	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
108	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
110	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)

111	12	19/02/2020	19/02/2020	Pointe des Carrières (Port)
118	13	12/02/2020	12/02/2020	Pointe des Carrières (zone industrielle)
119	13	12/02/2020	12/02/2020	Pointe des Carrières (zone industrielle)
120	13	12/02/2020	12/02/2020	Pointe des Carrières (zone industrielle)
121	13	12/02/2020	12/02/2020	Pointe des Carrières (zone industrielle)
122	13	12/02/2020	12/02/2020	Pointe des Carrières (zone industrielle)
129	14	14/01/2020	14/01/2020	Mangrove Volga
131	14	14/01/2020	14/01/2020	Mangrove Volga
132	14	14/01/2020	14/01/2020	Mangrove Volga
133	14	14/01/2020	14/01/2020	Mangrove Volga
135	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
141	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
142	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
143	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
144	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
145	14	20/01/2020	20/01/2020	Mangrove Volga
146	15			Pointe des grives (Port)
149	15			Pointe des grives (Port)
151	15			Pointe des grives (Port)
153	15			Pointe des grives (Port)
156	15			Pointe des grives (Port)
157	15			Pointe des grives (Port)
158	15			Pointe des grives (Port)
160	15			Pointe des grives (Port)
162	15			Pointe des grives (Port)
163	15			Pointe des grives (Port)
164	15			Pointe des grives (Port)
165	15			Pointe des grives (Port)
169	15			Pointe des grives (Port)
173	15			Pointe des grives (Port)
174	15			Pointe des grives (Port)
175	15			Pointe des grives (Port)
176	15			Pointe des grives (Port)
178	15			Pointe des grives (Port)
184	16	21/01/2020	21/01/2020	Marina Etang zabricot
185	16	21/01/2020	21/01/2020	Marina Etang zabricot
188	17	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot
189	17	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot

191	18			Californie (La Sara)
193	18			Californie (La Sara)
194	18			Californie (La Sara)
195	18			Californie (La Sara)
196	18			Californie (La Sara)
201	18			Californie (La Sara)
204	18			Californie (La Sara)
205	18			Californie (La Sara)
206	18			Californie (La Sara)
208	18			Californie (La Sara)
210	19	04/01/2020	04/01/2020	Marina Morne Cabri (Le Lamentin)
211	19	04/01/2020	04/01/2020	Marina Morne Cabri (Le Lamentin)
212	19	04/01/2020	04/01/2020	Marina Morne Cabri (Le Lamentin)
213	19	04/01/2020	04/01/2020	Marina Morne Cabri (Le Lamentin)
214	19	04/01/2020	04/01/2020	Marina Morne Cabri (Le Lamentin)
216	20	04/01/2020	04/01/2020	Marina Port Cohé (Le Lamentin)
217	20	04/01/2020	04/01/2020	Marina Port Cohé (Le Lamentin)
220	20	04/01/2020	04/01/2020	Marina Port Cohé (Le Lamentin)
221	20	04/01/2020	04/01/2020	Marina Port Cohé (Le Lamentin)
223	21	29/01/2020	29/01/2020	Californie
225	21	29/01/2020	29/01/2020	Californie
226	21	29/01/2020	29/01/2020	Californie
228	21	29/01/2020	29/01/2020	Californie
230	21	29/01/2020	29/01/2020	Californie
231	22	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
232	22	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
236	22	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
237	22	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
238	22	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
241	23	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
242	23	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
243	23	12/01/2020	07/01/2020	Texaco
245	24	05/01/2020	05/01/2020	Tour Lumina
246	24	05/01/2020	05/01/2020	Tour Lumina
249	25	14/01/2020	14/01/2020	Volga
250	25	14/01/2020	14/01/2020	Volga
253	26	21/01/2020	21/01/2020	Zone activités Etang

				zabricot
255	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
259		21/01/2020	21/01/2020	Zone activités Etang zabricot
262	26	21/01/2020	21/01/2020	Zone activités Etang zabricot
264	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
265	26	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot
266	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
271	26	25/01/2020	25/01/2020	Zone activités Etang zabricot
275	26	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot
276	26	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot
283	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
286	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
292	26	21/01/2020	21/01/2020	Zone activités Etang zabricot
293	26	25/01/2020	25/01/2020	Zone activités Etang zabricot
294	26	22/02/2020	22/02/2020	Pointe des Sables zone militaire)
296	26	22/01/2020	22/01/2020	Zone activités Etang zabricot
297	26	25/01/2020	25/01/2020	Zone activités Etang zabricot

 Pas d'autorisation, zone dangereuse

 17/01/2020
Déjà réalisé

 Zone trop dangereuse (portique en perpétuelle mouvement)

Annexe 3 : fiche de terrain iguane commun

FICHE TERRAIN IGUANE 2020		
Commune:	N° Passage : A() B() Observateur:	N° Point GPS:
Distance horizontale :	Hauteur :	N° Zone :
Sexe : M() F() I()	Age : A() S() J()	Date:
Météo: Pluie Oui () Non () Nuage () 1 () 2 () 3 ()		
Support : Arbre () Bâti () Sol ()		Heure : <small>(ex. 19:32:21):</small>
Nombre d'autre iguane en proximité < 5m () Capturable 1 () 2 () 3 ()		
Description habitat :	% () zone boisé - % () zone herbacé - % () zone bâti % () zone nu - % () zone aquatique	
Commentaires :		

FICHE TERRAIN IGUANE 2020		
Commune:	N° Passage : A() B() Observateur:	N° Point GPS:
Distance horizontale :	Hauteur :	N° Zone :
Sexe : M() F() I()	Age : A() S() J()	Date:
Météo: Pluie Oui() Non () Nuage () 1 () 2 () 3 ()		
Support : Arbre () Bâti () Sol ()		Heure : <small>(ex. 19:32:21):</small>
Nombre d'autre iguane en proximité < 5m () Capturable 1 () 2 () 3 ()		
Description habitat :	% () zone boisé - % () zone herbacé - % () zone bâti % () zone nu - % () zone aquatique	
Commentaires :		

Capturabilité : 1 : ind. Facilement capturable ; 2 : moyennement ; 3 très dur
 Coefficient de nuage 1 >33% du ciel couvert ; couverture entre 33 et 66% ; 3 >66%
 Commentaires : ponte, activité, fuite, état de santé etc