

Rapport final

Standardisation d'un protocole de détection de l'Oriole de Martinique

Association Le Carouge

Martinique 2020



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



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 l' **AFB** (Agence Française de la Biodiversité) et confiée à l' Association Le Carouge.

Les points d'écoute ont été réalisés par Beatriz CONDE et les analyses des données faites par Chloé WARRET RODRIGUES et Baptiste ANGIN

Rédaction : Chloé WARRET RODRIGUES, Baptiste ANGIN, Beatriz CONDE et David BELFAN

Photos de couverture : Cathy PRADEAU et David BELFAN

Page de garde, mise en page : David BELFAN

Relecture : Nicole KOULAYAN et David BELFAN

Remerciements :

Nous tenons à remercier chaleureusement de nous avoir accompagnés sur les transects d'écoute de l'Oriole nominalement :

Annick LABONNE, Anthony BAHUAUD, Karl ADELAIDE, Carine PRECHEUR, Clara SINGH, Christine DAVOUDIAN, Hubert CURFS, Jocelyne MOURIESSE, Nicole KOULAYAN et Valéria CONDE.

Un grand merci à David BELFAN de m'avoir conduite, accompagnée et ainsi que la prise des données sur les transects et notamment ceux accessibles qu'en 4X4.

Nous remercions également l'ONF de nous avoir fourni une clé d'accès à la route forestière de Fond Baron.



Sommaire

1. Présentation de la zone d'étude réalisée.....	3
2. Contexte de l'étude.....	3
3. Description générale de l'Oriole de Martinique	4
4. Objectifs de l'étude	5
5. Méthodologie.....	5
5.1 Sites d'étude	5
5.1.1 Choix des sites	5
5.1.2 Présentation des sites.....	7
5.2 Protocoles.....	15
5.3 Matériels.....	16
5.4 Analyses statistiques.....	17
6. Résultats	17
6.1 Les vocalisations de l'Oriole	17
6.2 Autres espèces contactées.....	18
6.3 Résultats généraux.....	19
6.4 Analyse du protocole.....	19
6.5 Analyse des variables externes.....	21
6.5.1 Influence des variables environnementales.....	21
6.5.2 Influence de l'horaire.....	21
6.5.3 Influence des mois d'inventaire.....	22
6.5.4 Influence de la distance entre les points d'écoute	23
6.5.5 Influence du nombre de points d'écoute	24
6.5.6 Influence du nombre de passages par transect.....	25
6.5.7 Probabilités d'occupation des sites et de détection.....	25
7. Conclusion.....	26
8. Bibliographie.....	27
9. Annexe.....	28

Liste des figures

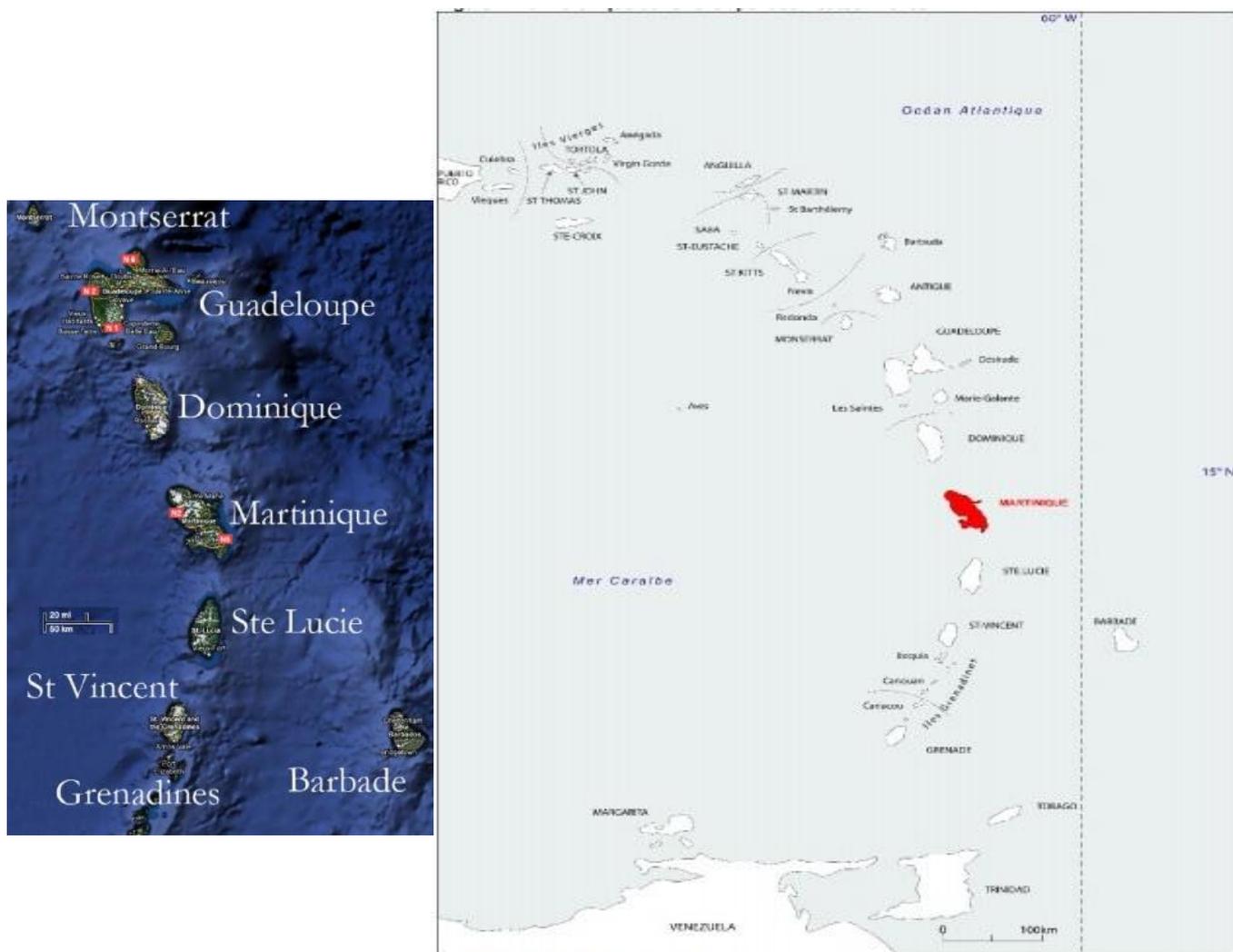
Figure 1 : L'arc des Petites Antilles	3
Figure 2 : Les nids de l'Oriole	2
Figure 3 : Répartition des points d'échantillonnage sur l'île (en bleu les 13 transects du protocole 1 en rouge les transects du protocole 2	6

Liste des graphiques

Graphique 1 : Les vocalisations entendues durant l'étude	18
Graphique 2 : Nombre de contacts auditifs (bleu) et visuels (rouge) d'Oriole par transects	19
Graphique 3 : Pourcentages cumulés des premiers contacts enregistrés par minute du protocole en fonction du protocole appliqué, en bleu les périodes de repasse	20
Graphique 4 : Probabilité de détection de l'espèce en fonction des classes horaires	22
Graphique 5 : Probabilité de détection de l'espèce en fonction des mois	23
Graphique 6 : Nombre de contacts positifs par numéro des points d'échantillonnage	25
Graphique 7 : Nombre cumulé d'Orioles contactés par numéro de point d'échantillonnage	25
Graphique 8 : Pourcentage de transects où l'Oriole est détecté en fonction du nombre de passages.	26

1. Présentation de la zone d'étude

La Martinique est une île des Caraïbes, montagneuse d'origine volcanique d'une superficie de 1128 km², localisée entre l'île de la Dominique au nord et l'île de Sainte Lucie au sud, (cf. figure 1).



Conception : Bernard Gandrille (2004).
Source : Géode Caraïbe (2005).

Figure 1 : L'arc des Petites Antilles (Géode Caraïbe 2005)

2. Contexte de l'étude :

L'Oriole de Martinique (*Icterus bonana*) est la seule espèce d'oiseau endémique stricte de l'île, elle a donc une forte valeur patrimoniale locale et mondiale.

Son statut dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (2020) est Vulnérable (VU). Concernant les menaces pesant sur cette espèce, nous retenons la perte de son habitat par le déboisement en faveur de l'urbanisation et de l'agriculture galopante ainsi que le parasitisme des nids par une espèce, colonisatrice naturelle, le Vacher luisant (*Molothrus bonariensis*).

L'objectif de cette étude est d'améliorer les connaissances de cette espèce à long terme afin d'en maintenir une population viable.

Face aux menaces pesant sur l'espèce, la DEAL a confié dès 2014 au bureau d'étude Biotope, une étude sur la répartition spatiale de l'Oriole. En 2017, ce même bureau d'étude a élaboré, toujours à la demande de la DEAL, un Plan Régional d'Actions pour l'Oriole de Martinique. Lors de la réunion de restitution du Plan Régional d'Actions par Biotope, l'Association Le Carouge s'est proposée pour la réalisation de la 1^{ère} des 6 étapes du plan régional d'actions.

L'ex-Agence Française pour la Biodiversité, actuelle OFB, est le financeur de cette étude confiée à l'association Le Carouge. Cette première étape doit permettre de définir un protocole standard et d'optimiser l'effort d'inventaire lors de la recherche de cette espèce.

Ce rapport présente les résultats des 10 mois d'études de terrain, réalisées de février à juin 2019 sur 13 sites et d'août à décembre 2019 sur 21 sites.

La collecte des données a été conduite par Beatriz CONDE avec la collaboration de David BELFAN et les analyses des données réalisées par Chloé WARRET RODRIGUES et Baptiste ANGIN.

3. Description générale de l'Oriole de Martinique :



L'Oriole de Martinique (*Icterus bonana*) est une espèce discrète. L'Oriole est présent dans tout type de végétation, des forêts sèches à humides. Il est présent aussi dans les jardins des quartiers urbanisés lorsqu'ils abritent des d'arbres fruitiers. Il fréquente également des plantations de bananiers et peut utiliser la feuille de ces derniers afin d'installer son nid. En général, l'espèce est identifiée grâce à son chant caractéristique.

L'alimentation. Généralement, l'Oriole s'alimente d'insectes qu'il cherche dans les écorces des arbres. Cependant, lors de cette étude, nous avons pu observer pour la première fois un Oriole en train de manger de la banane mûre d'un régime posé sur le sol dans un champ de bananiers.

La reproduction. L'Oriole se reproduit environ de février à juillet. Il tisse son nid en-dessous des feuilles du raisinier à grandes feuilles (*Coccoloba pubescens*) ou en-dessous des feuilles des balisiers (*Heliconia sp*), des bananiers (*Musa sp*), des cocotiers (*Cocos nucifera*) et de plusieurs espèces de palmiers, (cf. figure 2).



Figure 2: Le nid d'Oriole dans une feuille de bananier, dans un raisinier grande feuille et dans une feuille de cocotier respectivement.

Biométrie :

Il n'existe pas de dimorphisme sexuel. Les individus présentent un patron noir et orangé, accompagné d'un triangle argenté à la base de la mandibule inférieure.

Mesure moyenne : 20 cm

Masse moyenne : 26 g

Bec longueur moyenne : 2,35 cm

4. Objectif de l'étude

Cette première étape du Plan Régional d'Actions consiste à standardiser une méthode de détection de l'espèce qui permettra d'optimiser l'effort d'inventaire pour déterminer sa présence ou son absence dans un site donné.

L'utilisation de la repasse des vocalisations de l'espèce représente le moyen le plus efficace de détection de l'Oriole. En effet l'oiseau réagit à l'écoute de la repasse dans son territoire.

L'objectif de l'étude est également d'affiner le protocole pour un contact plus efficace avec l'espèce: nombre de points d'écoute par transect, durée de la repasse, et influence des variables environnementales.

5. Méthodologie

5.1 Sites d'étude

5.1.1 Choix des sites

Deux protocoles ont été mis en place lors de cette étude. Le premier semestre (5 mois de février à juin) a permis de collecter des données selon le protocole n°1 sur 13 sites à raison de 2 passages par mois. Ces treize sites ont été choisis en raison de la présence avérée de l'espèce. Suite aux premières analyses, l'échantillonnage du second semestre a été divisé en deux. D'une part 5 des 13 sites ont été maintenus

avec un protocole identique afin de tester entre autre l'effet des mois sur la détection de l'espèce. En parallèle, un second protocole (protocole n°2) fut défini et mis en place sur 16 nouveaux sites tirés au sort sans connaissance préalable quant à la présence de l'espèce. Ces nouveaux transects n'ont été répétés qu'une fois par mois pendant les cinq mois de la deuxième phase de l'étude. Le tirage aléatoire des points a été réalisé grâce au logiciel ArcGIS® (v. 10.3 ESRI, 2014) en identifiant 48 transects à travers deux variables indépendantes : l'occupation du sol (forêt ou agriculture : couche IGN Occupation du Sol à Grande Échelle Martinique 2017) et l'altitude (Données DEAL Martinique - Litto3D® IGN/SHOM). Pour cette dernière, 4 classes d'altitude ont été créées : 0 à 200 m ; 200 à 400 ; 400 à 600 et 600 à 900 m. Nous n'avons pas intégré les altitudes supérieures à 900 m dans la mesure ou l'altitude maximale à laquelle l'espèce a été détectée est de 930 m. Sur ces 48 sites, un premier tri a été fait pour supprimer les transects les moins accessibles ou trop proches entre eux. Un choix final de 16 sites a été réalisé sur les transects restants, indépendamment de la variable présence de l'Oriole. Les transects sont ainsi répartis au sein de ces deux variables en 8 catégories de sorte à avoir deux transects pour chaque catégorie. Quelque soit le protocole utilisé, chaque site d'échantillonnage ou transect est composé de cinq points d'écoute séparés chacun par une distance de 200 m. Ce sont ainsi 3 jeux de données qui ont été analysés : un concernant l'ensemble des données du premier semestre, un autre uniquement les 5 transects réalisés pendant tout la durée de l'étude et enfin un troisième composé des données collectées sur les 16 sites tirés au sort. La répartition des points d'échantillonnage est présentée en figure 3.



Figure 3 Répartition des points d'échantillonnage sur l'île (en bleu les 13 transects du protocole 1 ; en rouge les transects du protocole 2).

5.1.2 Présentation des sites étudiés

Protocole n°1, mois de février à juin 2019.

- 1- La route de la Fontaine Didier à Fort de France,
- 2- À Fond Savane (derrière le parc aquatique) au Carbet
- 3- La route des Deux-Choux à Fonds Saint-Denis
- 4- La Petite Boucle de la Réserve de la Caravelle à Trinité
- 5- La route de Morne Gommier au Marin
- 6- La route de Préfontaine (Maison forestière de Radier) à Rivière Pilote
- 7- La route de l'Anse Dufour (Flandrin) aux Anses d'Arlet
- 8- La route de Morne Constant au Diamant
- 9- Le sentier de Morne Quatre-vingt au Lorrain
- 10- La route de l'Aileron à Morne Rouge
- 11- Le quartier Petit Léopard au Vert Pré
- 12- La Vallée Fond Lahaye à Schoelcher
- 13- Le quartier Post-Colon à Fort de France

Protocole n°2, mois d'août à décembre 2019.

5 transects inchangés :

- 1- La route de la Fontaine Didier à Fort de France,
- 2- A Font Savane (derrière le parc aquatique) au Carbet
- 3- La route de l'Aileron à Morne Rouge
- 4- La route de Morne Gommier au Marin
- 5- La route de Morne Constant au Diamant

16 nouveaux transects :

- 1- Le quartier Post-Colon bis à Fort de France
- 2- Le quartier Petit Léopard bis au Vert Pré
- 3- Le 1^{er} refuge Aileron au Morne Rouge
- 4- Le quartier Chopotte au François
- 5- Le quartier Cadet au Robert
- 6- Le quartier Sérail à Saint Joseph
- 7- Le quartier Verrier à Bellefontaine
- 8- Le site Chapeau Nègre à Bellefontaine
- 9- Le site Chemin Verrier au Gros Morne
- 10- Le quartier Débat à Rivière Pilote
- 11- Le quartier Vallatte à Rivière Salée
- 12- Le site Rte du Calvaire au Gros Morne
- 13- Le site Savane Dury à Basse Pointe
- 14- Le quartier Abandonné à Ajoupa Bouillon
- 15- Le site Grande Savane au Prêcheur
- 16- Le site Fond Baron à Fort de France

La route de la Fontaine Didier à Fort de France :

Un site périurbain dans la forêt humide a fait l'objet des deux phases de l'étude avec 2 passages par mois de prospection.

Nous avons eu 33 contacts auditifs et/ou visuels avec l'Oriole durant la phase n°1, de février à juin. Concernant la phase n°2, nous avons contacté 24 individus. Au mois d'avril nous avons rencontré 4 individus ensemble. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le Fond Savane (derrière le parc aquatique) au Carbet :

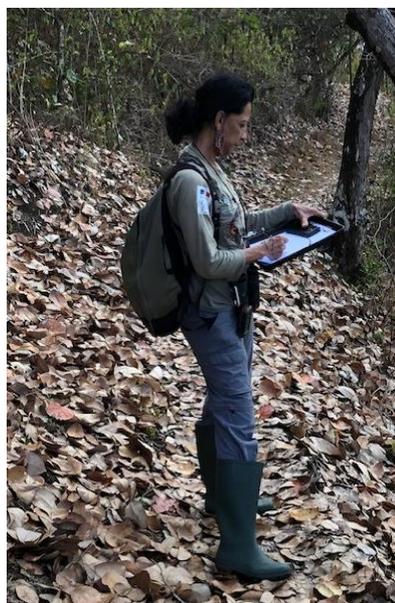
Un site périurbain dans la forêt sèche, avec une faible densité d'habitations a fait l'objet des deux phases de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 7 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin. Concernant la phase n°2, nous avons contacté 8 individus. Ce transect se trouvait en bordure de route.

La route des Deux-Choux à Fonds Saint-Denis :

Un site en forêt humide a fait l'objet de la phase n°1 de l'étude, avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons eu 20 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin. Parfois, sur ce site la présence de brume a gêné les observations. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

La Petite Boucle de la Réserve de la Caravelle à Trinité :

Un site en forêt sèche a fait objet de la phase n°1 de l'étude, avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons eu 13 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019. Au mois d'avril nous avons contacté 2 individus ensemble. Ce transect était sur un sentier de randonnée.



La route de Morne Gommier au Marin :

Un site périurbain parfois fortement urbanisé, avec une végétation de forêt sèche dégradée, a fait l'objet des deux phases de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 6 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019 et la phase n°2, nous avons

contacté 6 individus. Au mois d'août nous avons rencontré 2 individus ensemble. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

La route de Préfontaine (Maison forestière de Radier) à Rivière Pilote :

Un site périurbain fortement urbanisé, avec une parcelle reboisée avec le Mahogany (*Swietenia macrophylla*), a fait objet de la phase n° 1 de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 5 contacts avec l'Oriole, auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019. À chaque fois que nous avons observé l'Oriole, ce fut sur le même point. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

La route de l'Anse Dufour (Flandrin) aux Anses d'Arlet :

Un site périurbain, avec faible densité d'habitations, de végétation du type forêt sèche a fait l'objet de la phase n° 1 de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 15 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

La route de Morne Constant au Diamant :

Un site périurbain avec une faible densité d'habitations, avec une végétation de forêt sèche a fait l'objet des deux phases de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 12 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019 et durant la phase n°2, nous avons contacté 6 individus. Au mois de février 2 individus ont été contactés ensemble. Ce transect se trouvait en bordure de route.



Le sentier de Morne Quatre-vingt au Lorrain :

Un sentier en forêt humide a fait l'objet de la phase n° 1 de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 10 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019. Sur plusieurs points de ce transect nous avons éprouvé des difficultés à cause d'un vent très fort qui perturbait l'écoute. Notons aussi qu'il y a une zone de chasse à une extrémité de cette forêt et également une zone de pâturage pour les bovins.

A côté de cette forêt, dans un champ de bananiers, nous avons observé un couple d'Orioles nichant dans une feuille de banane. Ce transect était un sentier de randonnée.

La route de l'Aileron à Morne Rouge :

Un site comptant très peu d'habitations avec une végétation de forêt humide d'altitude a fait l'objet des deux phases de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 13 contacts d'Orioles auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019, dont 2 individus vus ensemble au mois de mars, et 2 autres vus ensemble au mois d'avril. Durant la phase n°2, nous avons contacté 14 individus. Deux individus ont été contactés ensemble 2 fois au mois de septembre. Ce transect se trouvait en bordure de route.



Le 1^{er} refuge Aileron au Morne Rouge :

Ce site avec une végétation de savane altimontaine, et de forêt humide sur les flancs a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection, d'août à décembre 2019. Nous avons établi 5 contacts d'Oriole auditifs et ou visuels durant la phase n°2. Nous avons rencontré des difficultés à cause de brumes persistantes qui gênaient l'observation sur certains points de ce transect. Ce transect se trouvait en bordure de la route.



Le quartier Petit Lézard au Vert Prêt :

Un site péri-urbain avec densité moyenne d'habitations, et une végétation mésophile a fait l'objet de la phase n°1 de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 2 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels durant la phase n°1, de février à juin 2019. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

Le quartier Petit Lézard bis au Vert Pré :

Ce site périurbain avec densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Nous avons établi 2 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels durant la phase n°2, d'août à décembre 2019. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

La Vallée Fond Lahaye à Schoelcher :

Ce site périurbain avec densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Nous avons établi 2 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels, d'août à décembre 2019. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

Le quartier Post-Colon à Fort de France :

Ce site périurbain avec densité moyenne d'habitations, et végétation de forêt humide a fait l'objet de la phase n° 1 de l'étude avec 2 passages par mois de prospection. Nous avons établi 15 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels, de février à juin 2019, parmi lesquels 2 individus ont été vus ensemble au mois de février et 2 autres ensemble au mois de mars. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

Le quartier Post-Colon bis à Fort de France :

Ce site périurbain avec densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile avec une parcelle en reboisement de Mahogany (*Swietenia macrophylla*), a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois. Nous avons établi 9 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels, d'août à décembre 2019. 2 individus ont été vus ensemble perchés sur un arbre en bordure de la route à 18:15 au mois d'octobre. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le quartier Chopotte au François :

Ce site périurbain, avec une forte densité d'habitations, a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Aucun Oriole n'a été observé sur ce site. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le quartier Cadet au Robert :

Ce site périurbain avec densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Aucun Oriole n'a été observé sur ce site. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le quartier Sérail à Saint Joseph :

Ce site périurbain, avec une faible densité d'habitations, quelques parcelles agricoles et une parcelle en reboisement de Mahogany (*Swietenia macrophylla*) a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Nous avons établi 9 contacts d'Orioles, auditifs et ou visuels, d'août à décembre 2019. 2 individus ont été vus ensemble au mois d'octobre. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le quartier Verrier à Bellefontaine :

Ce site abrite plusieurs agriculteurs et éleveurs de bovins et caprins. La végétation est mésophile dans sa majorité. Ce site a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Nous avons observé 9 Orioles, dont 2 individus ensemble au mois de septembre, un adulte avec un juvénile. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le site Chapeau Nègre à Bellefontaine et Plateau Concorde Case Pilote :

Ce site a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Nous l'avons fait durant le mois d'août et septembre à Chapeau Nègre et les suivants nous avons changé de site car le propriétaire nous a interdit de continuer l'étude sur sa propriété. Nous avons donc choisi un nouveau site avec une végétation et une altitude similaire (forêt humide, 600m), et se trouvant à proximité.

Sur les deux mois fait à Chapeau Nègre, nous avons fait 2 observations d'Orioles. Sur les trois mois passés sur le site du Plateau Concorde nous avons observé 11 Orioles, dont 2 individus ensemble au mois d'octobre et 2 au mois de décembre. Ce transect était sur un sentier de randonnée.



Le site Chemin Verrier au Gros Morne :

Ce site abrite plusieurs agriculteurs et a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. La végétation en périphérie est une forêt humide. Nous avons observé 4 Orioles, dont 2 individus ensemble au mois de novembre. Ce transect se trouvait en bordure de route.



Le quartier Débat à Rivière Pilote :

Ce site périurbain avec une densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude ayant 1 passage par mois de prospection. 2 Orioles ont été observés ensemble au mois d'octobre. Ce transect se trouvait en bordure de la route.

Le quartier Vallatte à Rivière Salée :

Ce site périurbain, avec une densité moyenne d'habitations, et végétation mésophile a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Aucun Oriole n'a été observé sur ce site. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le site Route du Calvaire au Gros Morne :

Ce site avoisinant une forêt humide a fait objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. Il y a une faible densité d'habitations, et des zones de pâturage. Nous avons observés 2 Orioles. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le site Savane Dury à Basse Pointe :

Ce site abrite plusieurs agriculteurs et éleveurs. La végétation en périphérie est une forêt humide, avec une faible densité d'habitations. Nous avons observé 9 Orioles, dont 2 individus ensemble au mois d'août. Ce transect se trouvait en bordure de route.

Le quartier Abandonné à Ajoupa Bouillon :

Ce site agricole a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection, (Figure 2). La végétation en périphérie est une forêt humide. Nous avons observé 6 Orioles. Ce transect se trouvait en bordure d'une voie carrossable.



Le site Grande Savane au Prêcheur :

Ce site regroupant plusieurs agriculteurs a fait l'objet de la phase n° 2 de l'étude avec 1 passage par mois de prospection. La végétation est une forêt d'altitude. Nous avons observé 12 Orioles. Ce transect se trouvait en bordure de route.



Le site Fond Baron à Fort de France :

Ce site en forêt humide a fait l'objet de la phase n°2 de l'étude, avec 1 passage par mois de prospection. Nous avons eu 18 contacts d'Orioles, auditifs et/ou visuels, dont 4 individus observés ensemble le mois de septembre et 2 observés ensemble au mois de décembre. Ce transect se trouvait en bordure de la route forestière. L'ONF nous a fourni une clé pour accéder à ce site interdit au public.



5.2 Protocoles

Ce travail est basé sur la méthode des points d'écoute. Un observateur parcourt à pied un transect d'environ 1 km qui regroupe 5 points d'écoute séparés de 200 m. Sur chaque point, l'observateur applique des protocoles définis spécifiquement pour ce travail qui alternent temps de silence et temps de repasse. La repasse consiste à diffuser un ou des chants de l'espèce cible pour augmenter sa probabilité de détection. L'enregistrement diffusé lors de la repasse est un assemblage de différents chants d'Orioles issus de la bibliographie ou directement enregistrés en milieu naturel. L'enregistrement est diffusé en boucle durant les temps de repasse (de 1 à 3 minutes). Le matériel utilisé est capable de couvrir 25 à 30 mètres en site ouvert et avec vent faible.

Deux protocoles ont été utilisés pour ce travail : le premier couvre une période de 10 minutes alors que le second ne compte que 7 minutes par point d'écoute et est une version raccourcie du premier.

Protocole n°1

- 2 minutes de silence
- 3 minutes de repasse successives
- 1 minute de silence
- 2 minutes de repasse successives
- 2 minutes de silence

Protocole n°2

- 3 minutes de repasse successives
- 1 minute de silence
- 2 minutes de repasse successives
- 1 minute de silence

Pour chaque point d'échantillonnage les données collectées sont les suivantes :

- Une description du point d'écoute incluant les habitats principaux, date, heure, météo (vent, pluie, nuages), perturbation et visibilité.
- Pour chaque individu contacté l'observateur note la minute du protocole où le contact a eu lieu, le type de contact (visuel ou auditif), la distance de détection, le nombre d'individus, le type de la vocalisation en réponse.
- L'ensemble des autres espèces d'oiseaux contactées sur le point sous forme de donnée binaire.

Durant le premier semestre, lorsqu'un Oriole était contacté, soit par observation directe, soit grâce au chant, la repasse était immédiatement éteinte et le protocole arrêté, afin de minimiser la gêne causée à l'oiseau, l'observateur partait ensuite vers le point suivant. Sur le second semestre afin d'avoir des données robustes sur la totalité du protocole, l'observateur allait pour chaque point jusqu'au bout du protocole.

5.3 Matériel

4 enregistrements des vocalisations de l'espèce, numérotés de 1 à 4.

1 haut-parleur JBL BOOMBOX, Bluetooth, système audio 2 x 30 watts, plus de 5 kg.

1 enregistreur à pile

1 paire de jumelles

Fiche de terrain (cf. Annexe)



5.4 Analyses statistiques

L'ensemble des analyses a été réalisé avec le logiciel R (R Core Team, 2018).

- Analyse du protocole :

Nous avons testé l'influence des mois, de l'heure, des variables météorologiques, de l'altitude et du niveau de perturbation sur la présence de l'Oriole en utilisant des modèles linéaires généralisés pour données binaires (distribution binomiale), ce qui nous a permis de contrôler l'identité du transect. Un modèle global a été créé et les variables non significatives ont été retirées afin de garder le modèle le plus parcimonieux avec le meilleur AIC.

Un dernier modèle a été créé afin de tester une possible interaction entre l'altitude et la perturbation.

Nous avons utilisé un goodness-of-fit test et un test de Sommer's D_{xy} afin de tester la vraisemblance des modèles.

Le comptage cumulé de contacts par point d'écoute a été analysé avec un modèle linéaire généralisé pour données de comptage (distribution de Poisson), afin de déterminer le nombre idéal de répliques.

- Modèle d'occupancy :

Afin d'estimer la probabilité d'occupation d'un site et la probabilité de détection de l'Oriole en conditions de terrain plus "naturelles" qu'au premier semestre (par exemple échantillonnage de secteur sans connaissance préalable sur le statut de présence de l'espèce), nous avons modélisé l'occupancy de l'Oriole sur les 21 transects réalisés le 2^{ème} semestre.

Nous avons testé l'influence des variables altitude et perturbation sur la probabilité d'occupancy, ainsi que l'heure du jour (sous 3 formes : 1. catégorie 1 à 6 ainsi que défini au 1^{er} semestre, 2. Nombre de minutes depuis le lever de soleil, 3. Nombre de minutes avant le coucher de soleil) sur la probabilité de détection. Pour cela 32 modèles ont été créés et comparés avec le package unmarked (Fiske & Chandler, 2011) pour R.

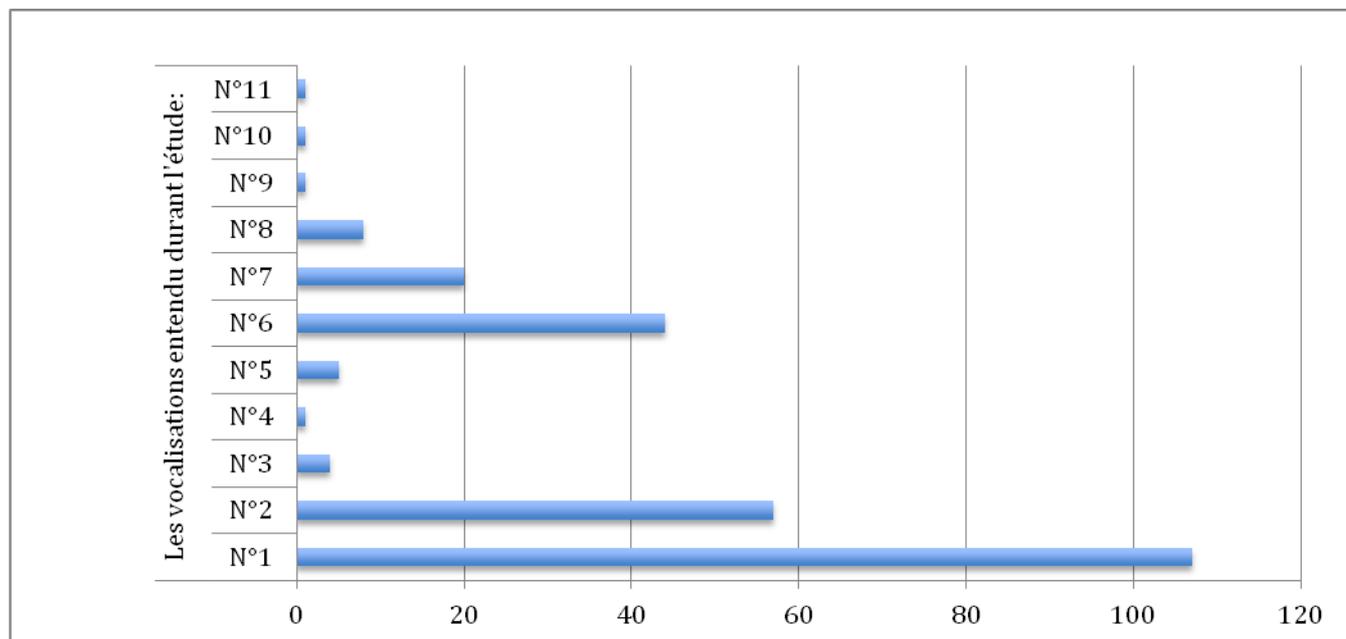
- Comparaison des jeux de données :

Les analyses des variables temporelles (effet des mois, de l'heure, ...) ont été conduites sur le jeu de donnée annuelle. Le jeu de données utilisant des transects tirés au sort a permis d'être plus robuste sur toutes les analyses des variables environnementales. Chaque type d'analyses a donc été réalisé sur les jeux de données les plus pertinents. Nous avons cependant testé chaque analyse sur les autres jeux de données afin de s'assurer qu'il n'y avait pas de différences de résultats.

6. Résultats

6.1 Les vocalisations de l'Oriole

Sur chaque point d'écoute, nous avons utilisé en boucle un jeu de 4 chants de l'Oriole, que nous avons numérotés de 1 à 4. Dès la phase n° 1 nous avons pu entendre et enregistrer de nouvelles vocalisations de cette espèce et nous avons également numéroté jusqu'à 11 chants, néanmoins ses nouveaux chants, ne faisait pas partie de la repasse, utilisée dans cette étude. Les chants de 7 à 11, sont légèrement différents les uns des autres. Ce sont des chants contenant plusieurs notes plus complexes. Néanmoins le plus courant que nous avons entendu est le numéro 1, avec 107 contacts. (cf. graphique 1- **les vocalisations entendues durant l'étude**).



Graphique 1 : Les vocalisations entendues durant l'étude

6.2 Autres espèces contactées

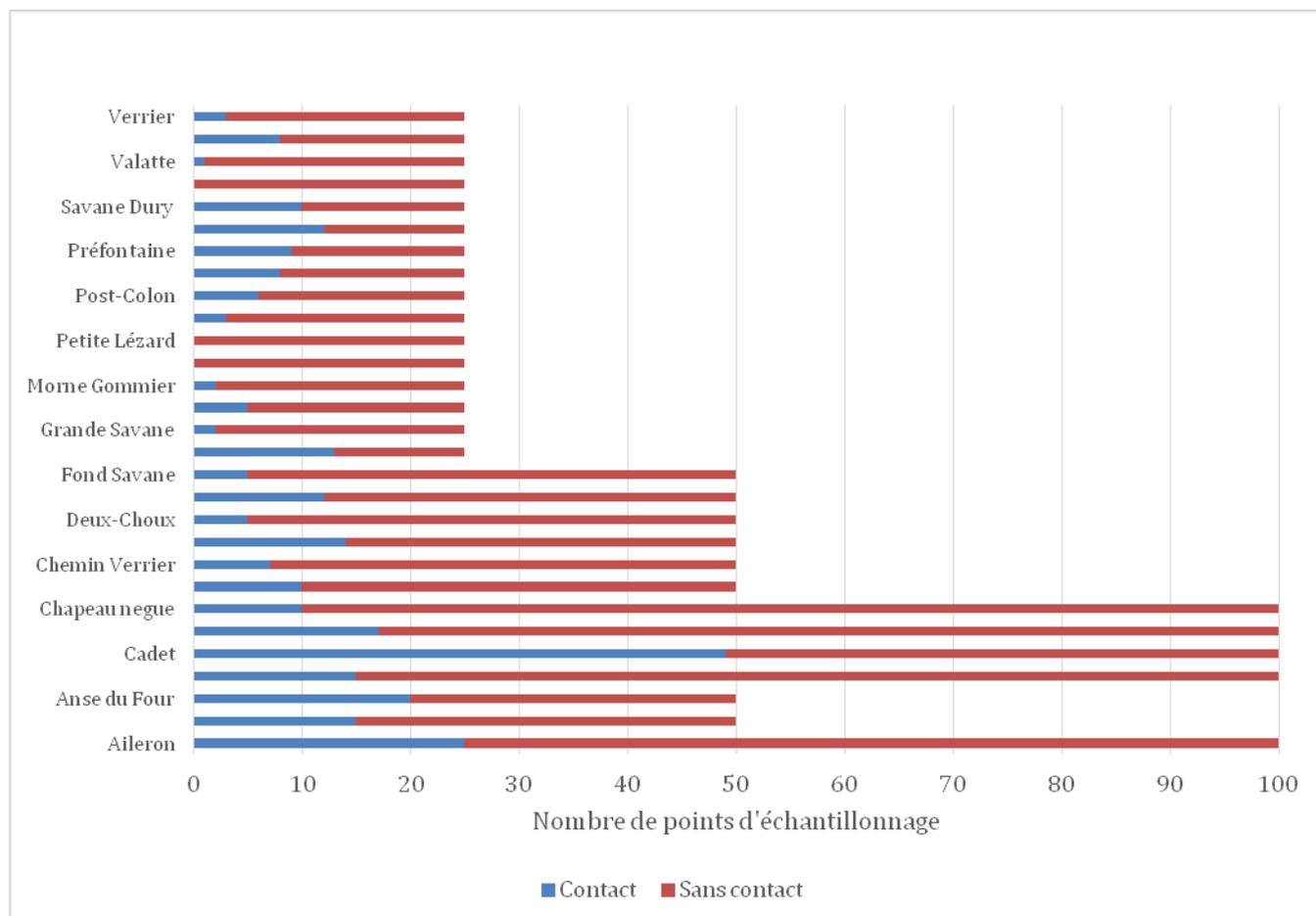
Nous avons contacté 52 espèces dans l'ensemble des transects.

Frégate superbe
Aigrette neigeuse
Bihoreau violace
Héron vert
Héron garde-bœuf
Gallinule Amérique
Chevalier grivelé
Petite Buse
Crécerelle Amérique
Faucon Émerillon
Faucon pèlerin
Balbusard pêcheur
Martinet sombre
Martinet chiquesol
Perruche à collier
Tourterelle turque
Pigeon biset domestique
Colombe a queue noire
Pigeon a cou rouge
Tourterelle queue carrée
Colombe rouviolette
Colibri a tête bleue
Colibri falle-vert
Colibri huppé
Colibri Madère
Hirondelle a ventre blanc

Coulicou manioc
Elenie siffleuse
Tyran janeau
Moucherolle gobemouche
Sucrier ventre jaune
Paruline jaune
Tyran gris
Moqueur des savanes
Moqueur gorge-blanche
Moqueur corossol
Moqueur grivotte
Trembleur gris
Sporophile ceci
Sporophile rougegorge
Sporophile curio
Organiste louis-dor
Saltator gros-bec
Solitaire siffleur
Merle a lunettes
Vireo a moustaches
Astrild ondule
Capucin a tête blanche
Capucin a tête noire
Astrild à joues orange
Quiscale Merle
Vacher luisant

6.3 Résultats généraux

Cette étude a permis de réaliser 1301 points d'échantillonnage à travers toute la Martinique. Sur ces 1301, 286 se sont révélés positifs avec au moins un contact d'Oriole (visuel ou acoustique). La détection de l'espèce est très différente en fonction des transects (cf. graphique 2). Seulement trois transects n'ont pas permis de contacter l'espèce. On obtient ainsi une moyenne de 21% de points positifs (min = 0 ; max = 52 ; écart type = 15.1).



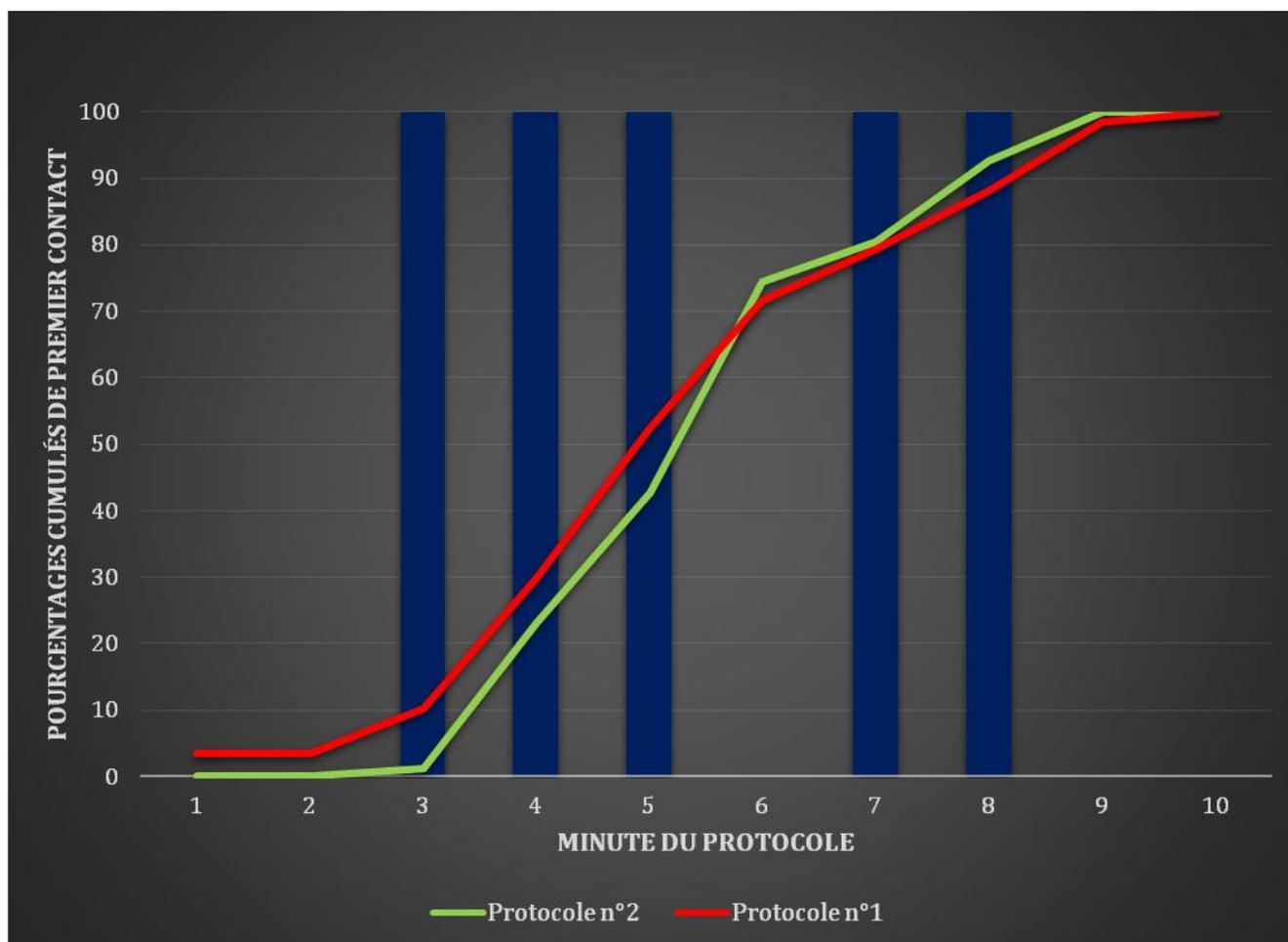
Graphique2: Nombre de contact auditifs (bleu) et visuels (rouge) d'Oriole par transects

6.4 Analyse du protocole

Les analyses préliminaires menées sur les données issues du premier semestre ont montré que le taux de premier contact varie significativement selon la minute considérée ($X^2 = 147.71$, $df=9$, $p < 0.001$). Sur cette série de données, des différences importantes apparaissent sur le pourcentage de premier contact par minute d'observation. On observe ainsi que seulement 1% des premiers contacts sont réalisés pendant les deux premières minutes du protocole (deux minutes de silence sans repasse). L'introduction de la repasse (minute 3), conduit à une augmentation significative des contacts ($Z = -1.648$, one-tailed $p = 0.045$). On a ainsi 61% des premiers contacts pendant les minutes 3, 4 et 5 du protocole qui correspondent à la première repasse. Les minutes 4 et 5 notamment regroupent chacune 27% des premiers contacts. La courbe commence à s'infléchir à partir de la 6^{ème} minute ($Z = 1.98$, $p = 0.04$), mais on enregistre encore un nombre important de premier contact de la 6^{ème} à la 9^{ème} minute du protocole (36% de l'ensemble des premiers contacts en taux cumulés). Le taux de premiers contacts après la minute 9 décroît encore significativement ($z = 2.08$, $p = 0.03$) en ne représentant qu'1% des premiers contacts enregistrés.

Cette première analyse nous a permis de retravailler le protocole et d'en tester un nouveau sur le second semestre. Ainsi nous avons choisi de supprimer les deux premières minutes et la dernière qui correspondent toutes les trois à des minutes de silence. En retirant ces trois minutes au protocole, on se retrouve avec un protocole sur 7 minutes soit un gain de temps de 30% pour une perte de premier contact de seulement 2%.

Le graphique 3 présente les résultats en termes de pourcentage cumulés de premier contact pour chaque protocole. Pour des soucis de présentation la visualisation des données du protocole n°2 a été ramenée sur 10 minutes, raison pour laquelle les minutes 1, 2 et 10 n'influent pas sur la courbe. La courbe est décalée d'environ une minute avec une augmentation des contacts sur la minute 3 pour le protocole 1 et sur la minute 4 pour le second. Sur les deux protocoles l'augmentation est forte jusqu'à la minute 6, puis plus faible ensuite. La minute 6 (pause entre les deux périodes de repasse) est très importante dans le second protocole où elle agrège plus de 30% des contacts. On observe que malgré les 3 minutes retirées du protocole n°2 par rapport au 1 les données suivent la même courbe. On peut donc considérer qu'en termes de résultats les deux protocoles se valent avec l'avantage du gain de temps pour le second.



Graphique 3 : Pourcentages cumulés des premiers contacts enregistrés par minute du protocole en fonction du protocole appliqué, en bleu les périodes de repasse.

6.5 Analyse des variables externes

6.5.1 Influence des variables environnementales

Nous avons testé l'effet des variables météorologiques et environnementales sur la détection de l'Oriole. Les variables météorologiques sont au nombre de 3 : nuages, vent, pluie, chacune recevant un score de 1 à 3 en fonction de l'importance du phénomène. La variable pluie n'est pas prise en compte dans notre analyse car aucun point d'écoute n'a eu lieu sous la pluie. Les variables qualifiant l'environnement sont au nombre de 4 : visibilité, perturbation, altitude et transect. La variable visibilité reçoit un code entre 1 et 3 donné par l'observateur afin de qualifier l'impact d'un nombre de variables locales, propre au point d'écoute, impactant possiblement sa capacité à observer l'Oriole. La variable perturbation est codée en 0 ou 1 en fonction du niveau de perturbation de l'habitat naturel (0 étant peu perturbé et 1 très perturbé). L'altitude est codée en 4 groupe : 0-200 ; 200-400 ; 400-600 et >600 m. La variable "transect" qualifie un ensemble de variables environnementales qui n'ont pas nécessairement été mesurées séparément et dont la combinaison est propre à chaque transect (habitat, localisation, et élévation sont ainsi contrôlées qualitativement par l'identité du transect). Parmi les variables testées, la variable "transect" est celle qui explique le mieux les données d'observation de l'orïole. Ce résultat était attendu car un vent fort ou une faible visibilité n'auront pas forcément le même impact si l'on se trouve dans des zones sèches au Sud de la Martinique ou en forêt humide au Nord. Après contrôle de l'identité du transect, les variables perturbation et dans une moindre mesure l'altitude montre également des effets significatifs sur la détection de l'espèce. En termes de choix de protocole ces variables ne sont pas modifiables et ne viennent donc pas affecter nos recommandations. Cependant elles seront très intéressantes à prendre en compte dans le cas de travaux ultérieurs visant à évaluer les densités ou l'état de la population à l'échelle de la Martinique.

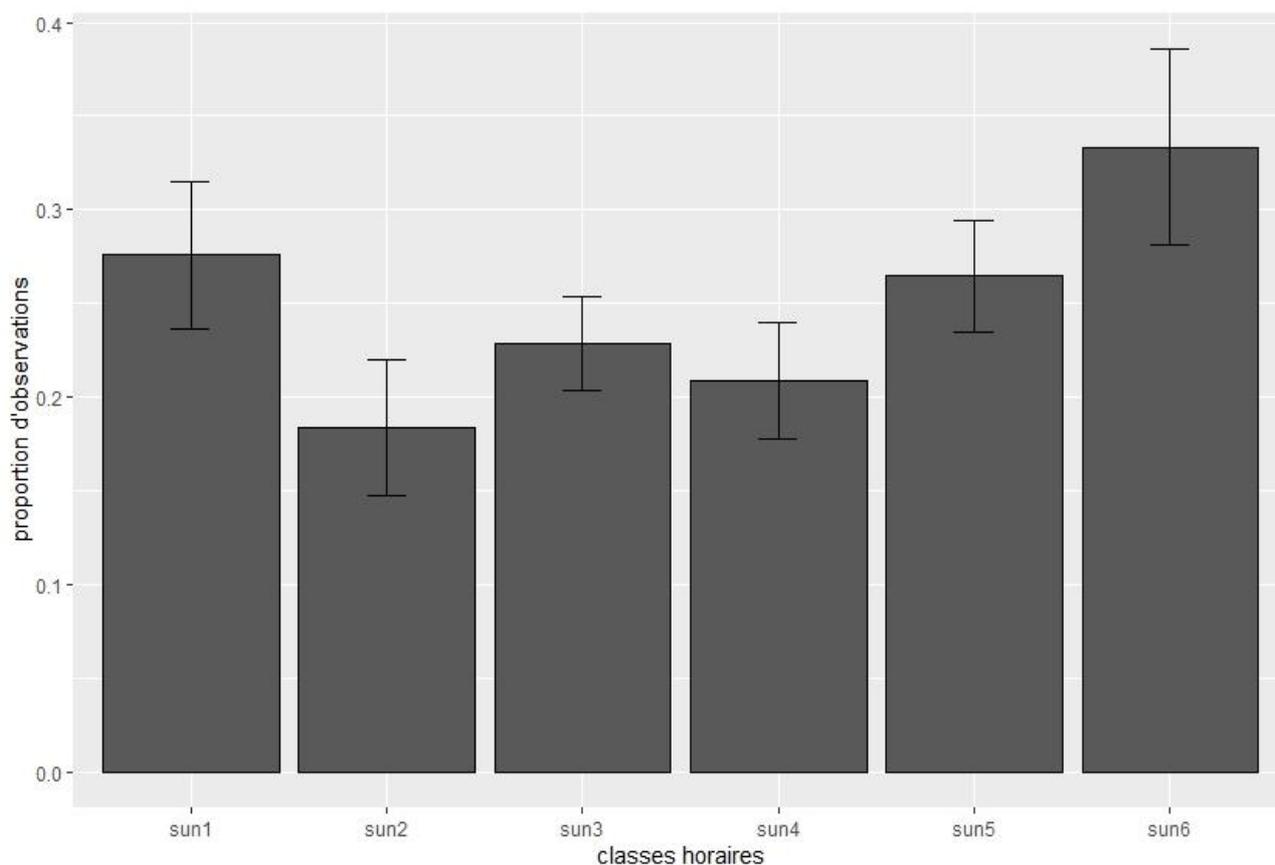
Concernant les autres variables testées, les effets des variables météorologiques n'apparaissent pas significatifs. C'est selon nous causé par une mauvaise représentation des données. En effet, l'observateur a naturellement sélectionné les jours de beau temps pour effectuer ce travail, biaisant ainsi les résultats. On se retrouve donc avec une base de données où les bonnes conditions météorologiques (peu de vent, absence de pluie et peu de nuage) sont surreprésentées. Néanmoins, le fait d'utiliser une technique comme la repasse induit automatiquement des contraintes sur le terrain. La distance de diffusion des chants enregistrés ne sera pas la même par vent fort ou avec de la pluie. Nous préconisons donc de limiter les points d'écoute à un vent moyen et à l'absence de pluie. Ces recommandations rejoignent celles définies pour le protocole STOC.

6.5.2 Influence de l'horaire

Afin de mieux analyser les horaires des points d'écoute, l'ensemble des heures de début de point d'écoute ont été analysées. Les données brutes n'ont pas permis de montrer d'effet significatif de cette variable. Afin d'approfondir cette analyse, nous avons recodé les heures par rapport au lever et coucher du soleil. En effet, l'ensemble des inventaires ayant été réalisé sur une période d'une année, les différences d'ensoleillement pour une même heure sont importantes et peuvent avoir un rôle dans l'écologie de l'espèce. Cela permet d'avoir une plus grande homogénéité dans les résultats et de les comparer sans biais sur l'ensemble de la période d'inventaire. Nous avons ainsi créé six classes horaires :

- Sun1 : 30 minutes avant jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil
- Sun2 : 30 minutes à 90 minutes après le lever du soleil
- Sun3 : au-delà de 90 minutes après le lever du soleil pour les points d'écoute matinaux
- Sun4 : plus de 90 minutes avant le coucher du soleil pour les points d'écoute de l'après midi
- Sun5 : 90 minutes à 30 minutes avant le coucher du soleil
- Sun6 : 30 minutes avant jusqu'à 30 minutes après le coucher du soleil

Les résultats (cf. graphique 4) montrent que l'effet de ces classes horaires n'est pas significatif même si une tendance se détache. En effet, on observe une probabilité de détection de l'espèce supérieure sur les tranches horaires 1, 5 et 6 (lever et coucher de soleil). On note également une probabilité plus faible sur la tranche 2 (30 minutes à 90 minutes après le lever du soleil) qui se confirme dans les autres analyses réalisées sur cette variable. Nous n'avons pas à l'heure actuelle assez de données pour évaluer s'il s'agit d'un biais dans les données ou d'une réelle diminution de l'activité de l'espèce sur cette tranche horaire. Ce cas a déjà été démontré sur d'autres espèces animales (avifaune et autres groupes) avec un premier pic à l'aube puis une diminution rapide et une reprise ensuite. Dans tous les cas, même sur la tranche 2 l'espèce reste détectable et la mise en place de ce protocole sur toutes les périodes testées ici ne pose pas de problème.

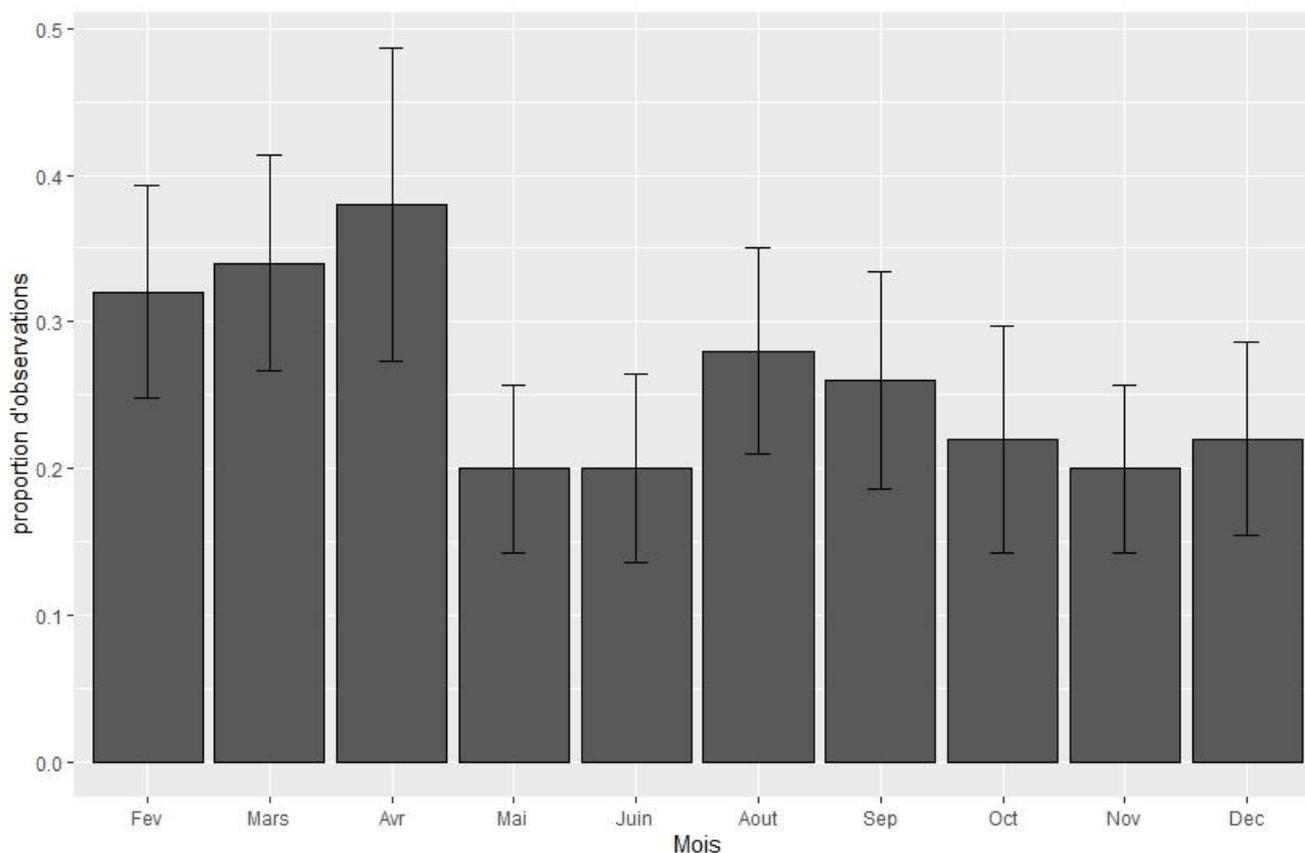


Graphique 4: Probabilité de détection de l'espèce en fonction des classes horaires

6.5.3 Influence des mois d'inventaire

Afin d'avoir un échantillonnage fiable, l'effet des mois sur la détection de l'espèce a été testé uniquement sur les 5 transects réalisés sur l'ensemble de l'année. On n'observe aucun effet significatif mais des tendances apparaissent clairement (cf. figure graphique 5). On note ainsi que la probabilité de détection de l'espèce est plus forte sur les mois de Février, Mars et Avril et qu'au contraire on a une diminution sur les mois de Mai et Juin. En terme d'interprétation, et en se basant sur les données de la bibliographie (Bénito-Espinal & Hautcastel, 2003), les mois de février à avril correspondent au début de la période de reproduction et donc possiblement à une activité plus intense de défense des territoires. Mi-Avril est également connue pour être la date médiane de ponte des premiers œufs chez l'Oriole de Montserrat (Allcorn et al., 2012). Une possible interprétation de nos résultats est que les dates sont similaires pour toute la Martinique et que cette baisse d'activité remarquée correspond à une baisse de territorialité

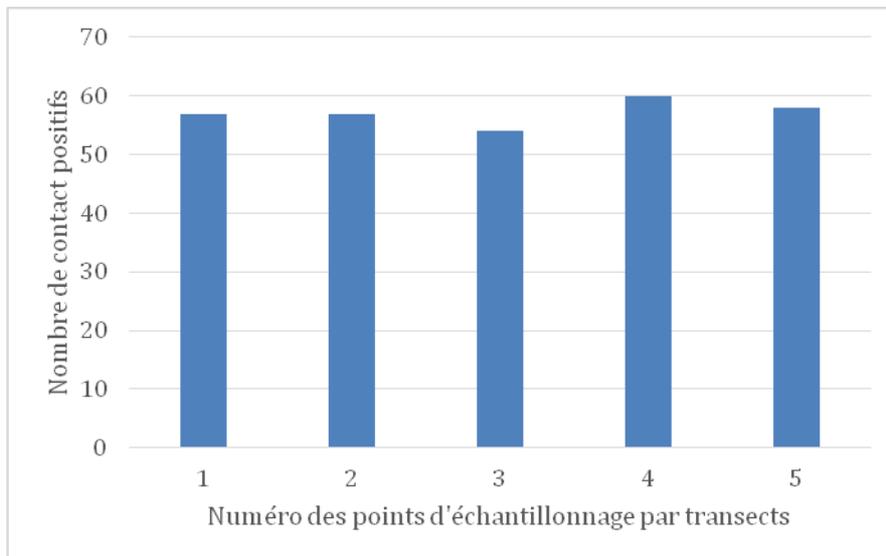
expliquée par les premières couvées. En terme de gestion et d'études scientifiques, nous préconisons pour des études globales sur l'avifaune de privilégier la période d'Août à Avril. Dans le cas d'une étude ciblée spécifiquement sur l'Oriole, il peut être intéressant de se concentrer sur les mois de Février à Avril afin de privilégier des taux de détection plus importants.



Graphique 5: Probabilité de détection de l'espèce en fonction des mois

6.5.4 Influence de la distance entre les points d'écoute

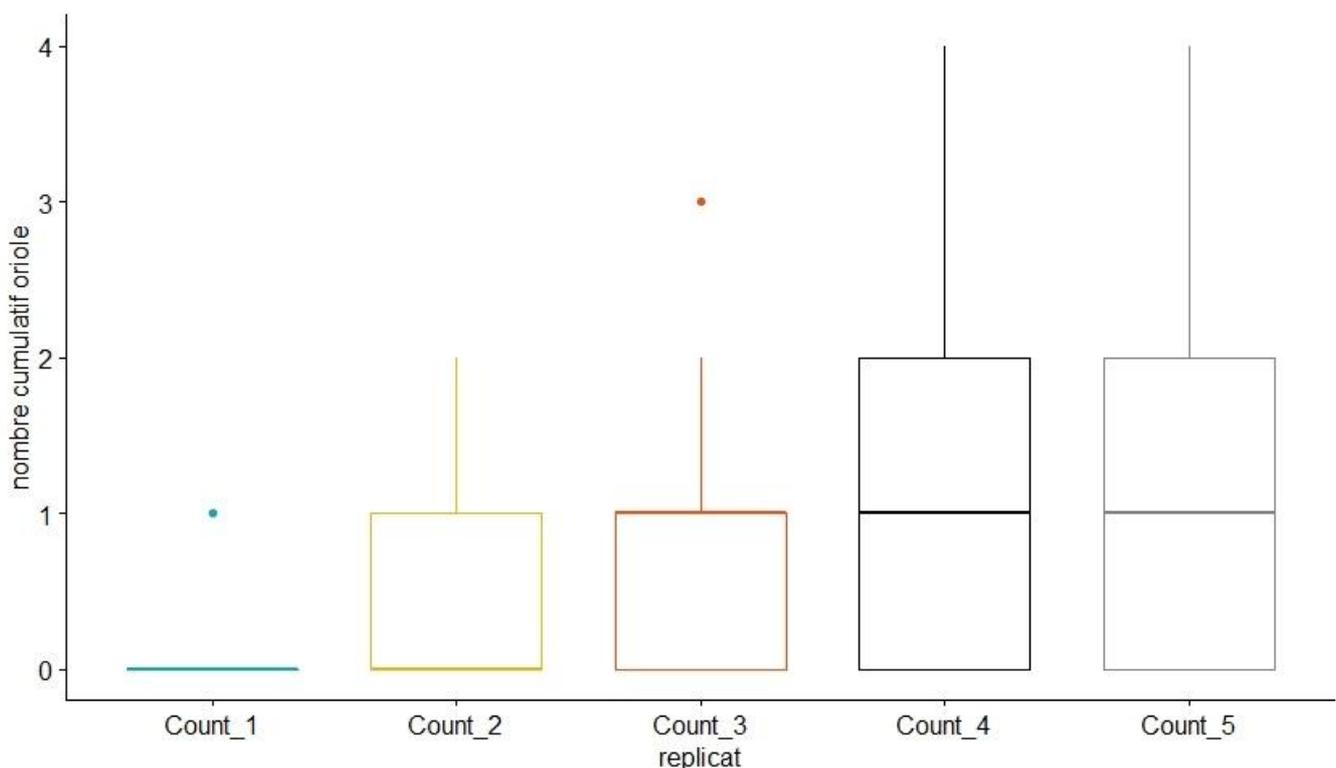
Le nombre de points d'écoute retenu par transect est de 5, séparés entre eux par une distance de 200 mètres. Les analyses effectuées montrent qu'il n'existe aucune différence significative entre ces 5 points. Ils contribuent tous à hauteur d'environ 20% des détections (cf. graphique 6). Ces résultats permettent indirectement de valider la distance qui est suffisante pour ne pas biaiser le protocole en attirant les animaux d'un point à un autre. Nous préconisons donc de conserver cette distance.



Graphique 6: Nombre de contacts positifs par numéro des points d'échantillonnage

6.5.5 Influence du nombre de points d'écoute

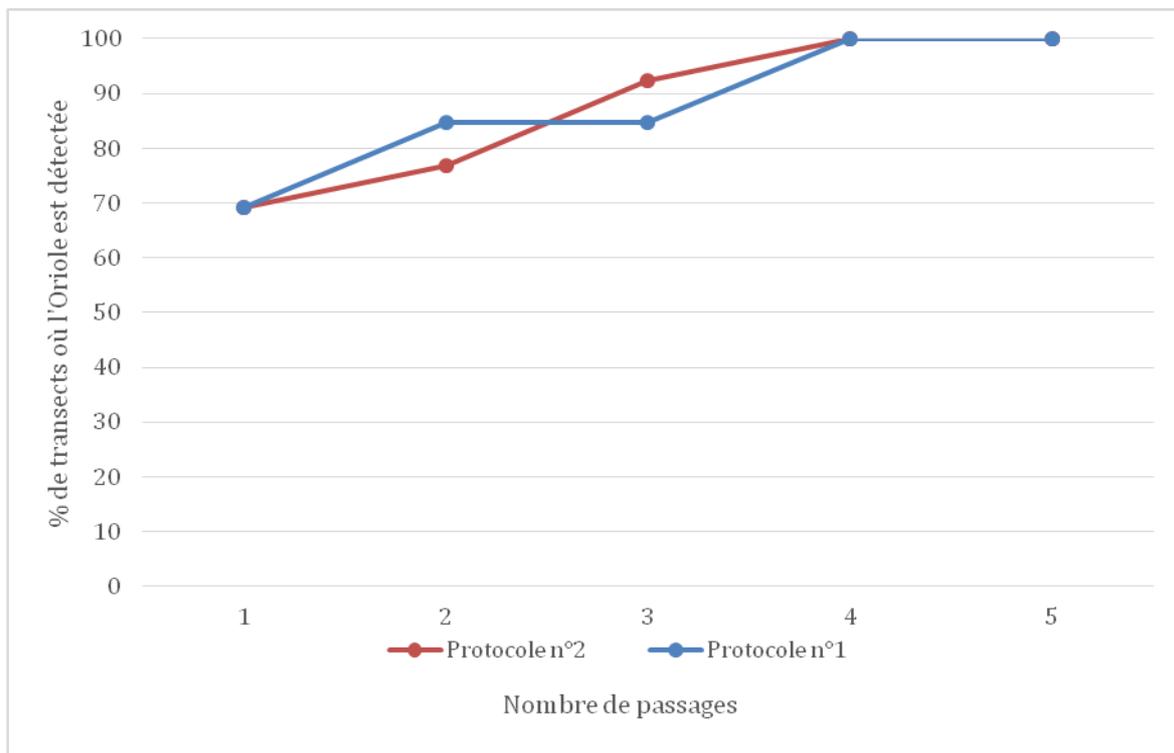
Chaque transect est composé de 5 point d'écoute que l'observateur réalise les uns à la suite des autres. Sur un protocole de 10 min et en comptant le temps de parcours entre les points, l'observateur met au moins 1 heure à effectuer un transect. L'objectif ici est de tester l'importance de chaque point d'écoute sur le comptage total par transect afin d'identifier si le protocole mis en place est efficace ou si l'on peut gagner du temps en limitant le nombre de réplica. On constate d'après les données que le point n°5 apporte peu de nouvelles informations en complément des quatre autres (cf. **graphique 7**). Il est donc selon nous plus intéressant limiter ce nombre à 4 points par transect plutôt que 5 ce qui fait un gain de temps de 20% sur l'ensemble du transect. L'effort ainsi économisé pourrait être réalloué à l'augmentation du nombre total de transects.



Graphique 7: Nombre cumulé d'Orioles contactés par numéro de point d'échantillonnage.

6.5.6 Influence du nombre de passages par transect.

La figure 10 présente le nombre de passages par transects nécessaires pour détecter l'espèce par protocole. Quel que soit le protocole, l'Oriole est détectée dès le premier passage dans 69% des transects (cf. graphique 8). Ce taux augmente ensuite, jusqu'à atteindre 100% lors du 4^{ème} passage. Le choix du nombre de passages va donc être en fonction de l'objectif de l'étude. Si l'on souhaite connaître le plus exhaustivement possible la présence de l'espèce sur un secteur nous conseillons d'effectuer au moins 4 passages par transects. Si au contraire l'objectif est de définir les zones de présence ou de mieux connaître l'habitat sur un large territoire, il semble plus intéressant de multiplier les transects en ne passant qu'une fois sur chacun d'entre eux.



Graphique 8. Pourcentage de transects où l'Oriole est détecté en fonction du nombre de passages.

6.5.7 Probabilités d'occupation des sites et de détection

Le meilleur modèle candidat prédisait une probabilité d'occupation de site dépendant de l'altitude et du niveau de perturbation, et une probabilité de détection constante. La probabilité d'occupation d'un site en catégorie d'altitude 1 en milieu perturbé était de 0.40 (CI lower = 0.1 upper = 0.8) et la probabilité d'occupation d'un site dans toutes les autres catégories d'altitude, quel que soit le niveau de perturbation variait de 0.99 à 1. Cependant, l'étude de l'impact de ces 2 variables sur la probabilité d'occupation des sites est à approfondir car si effectivement la probabilité d'occupation différait selon l'altitude et la perturbation dans le contexte des sites étudiés, les différences n'étaient pas significatives et les intervalles de confiance autour des résultats ne permettent pas de tirer de conclusions certaines.

La probabilité de détection de l'Oriole sur un site occupé était de 0.69 (CI lower = 0.58 – upper = 0.78).

Les résultats obtenus en modélisant l'occupancy confirment ceux obtenus lors des autres analyses, suggérant aussi que l'impact des variables altitude et perturbation mérite d'être approfondi.

7. Conclusion

L'objectif de ce travail était de définir un protocole optimisé qui permette quelque soit le site de détecter le plus efficacement possible la présence de l'Oriole de la Martinique.

En plus de répondre à cet objectif, cette étude, la première d'une telle ampleur pour cette espèce, a permis de collecter un grand nombre de données sur l'espèce : nouvelles localités, éléments d'écologie, et données de reproduction qui seront précieux pour affiner les projets de conservation à l'échelle de la Martinique.

Comme nous l'avons expliqué dans les paragraphes précédents, le protocole retenu s'effectue sur une durée de 7 minutes et est composé successivement de 3 minutes de repasse, 1 minute de silence, 2 minutes de repasse et enfin 1 minute de silence. Nous recommandons d'effectuer ce protocole sur la base de transect regroupant au moins 4 points espacés de 200 mètres minimum. Ces transects devront être fait avec un vent faible à moyen et en l'absence de pluie. Ce protocole est bien sûr applicable si l'ensemble de la méthode du protocole est respecté notamment le matériel de repasse (puissance et volume sonore) ainsi que les enregistrements des chants d'Oriole utilisés.

Par ailleurs, compte tenu de ce vaste travail de terrain qui nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'espèce, nous sommes prêts à réaliser la suite du Plan Régional d'Actions **en faveur de l'Oriole de la Martinique juillet (2017)**, qui a pour thème : « **Suivre l'évolution de l'abondance, de la distribution et de l'habitat de l'Oriole** »

8. Bibliographie

Biotope Distribution, écologique & statut de conservation de l'Oriole de Martinique (*Icterus bonana*)
2014 - DEAL Martinique

Bénito-Espinal E. & Haucastel P. (2003) Les oiseaux de la Martinique. PLB Éditions. 320 pages.

Raffaele, H.A., Wiley, J., Garrido, O., Keith, A. & Raffaele, J. (1998) A Guide to the Birds of the West Indies. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 450 pages

Pinchon R. (1976) Les Oiseaux, 2ème édition. 303 pages, édition personnelle

Pinchon R. (1971) D'Autres Aspects de la Nature aux Antilles. 204 pages, édition personnelle

9. Annexe: Fiche de terrain

DEFINIR UN PROTOCOLE STANDARD D'INVENTAIRE ET DE SUIVI DE TRANSECT DE MARTINIQUE	
Commune:	N° Point:
Site:	Date:
Observateurs:	Heure début:
Météo: Pluie () Vent 1() 2() 3() Nuage 1() 2() 3() Visibilité 1() 2() 3()	Heure fin:
Description habitat:	

		GPS:	x:	y:	Autres espèces: N° M F		
			Nombre	Absence			
2 mn calme	1mn	A() V()					
	1mn	A() V()					
3 repasses 1 minute	1mn	A() V()					
	1mn	A() V()					
	1mn	A() V()					
Pause 1 minute	1mn	A() V()					
2 repasses 1minute	1mn	A() V()					
	1mn	A() V()					
Pause 2 minutes	1mn	A() V()					
	1mn	A() V()					