



BioPhonia

L'acoustique au service de la biodiversité

► RAPPORT D'ÉTUDES

Evaluation bioacoustique PIM Île
Gargalu

Evaluation bioacoustique de la dératisation

Date de rédaction du rapport :

19/12/2024



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



CULLETTIVITÀ DI CORSICA
COLLETTIVITÀ DE CORSE

Uffiziu di l'Ambiente
di a Corsica
Office de l'Environnement
de la Corse

Informations

BioPhonia

Informations légales	SAS au capital de 7500 EUR SIRET n° 89204103900017 – APE 7112B	
Adresse du siège social	Sualello, 20232 Oletta	
N° de contrat		
Date de démarrage de la mission	07/05/2024	
Responsables du projet	Juliette Linossier Valentin Baron	juliette.linossier@biophonia.fr valentin.baron@biophonia.fr

Maître d'ouvrage

Dénomination	Initiative PIM	
Adresse	Lycée des Calanques, 89 Traverse Parangon 13008 Marseille – FRANCE	
Interlocuteurs	Gwennaëlle Daniel Eva Tankovic	g.daniel@initiative-pim.org e.tankovic@initiative-pim.org

Rapport

Titre	Evaluation bioacoustique PIM Île Gargalu
Sous-titre du rapport	Evaluation bioacoustique de la dératisation
Rédacteur	Valentin Baron, Tanguy Lois
Relecteur	Juliette Linossier, Clément Cornec
Date de rédaction	19/12/2024
Version	1
Citation recommandée	
Nom de fichier	rapport_PIMGargalu2024.pdf
Confidentialité	Ce document est confidentiel dans le cadre du projet de BioPhonia pour



Sommaire

1. Présentation de BioPhonia	4
a. <i>Domaine d'expertise</i>	4
b. <i>L'équipe</i>	4
2. Introduction	5
3. Matériel et méthodes	6
a. <i>Protocole</i>	6
i. <i>Matériel</i>	6
ii. <i>Paramétrage</i>	7
iii. <i>Déploiement</i>	8
b. <i>Données disponibles</i>	9
c. <i>Méthodes d'analyse des enregistrements audios</i>	9
i. <i>Modèle de détection utilisé</i>	9
ii. <i>Détection de l'activité vocale des puffins de Scopoli</i>	10
iii. <i>Validation manuelles</i>	10
iv. <i>Sélection de segments audios présentant de la pollution sonore d'origine anthropique</i>	11
4. Analyse	11
a. <i>Activité vocale pour les puffins de Scopoli</i>	11
i. <i>Activité vocale pour chaque site</i>	11
ii. <i>Comparaison 2023/2024</i>	14
b. <i>Inventaire de l'avifaune présente</i>	17
5. Discussion	18
6. Conclusion et perspective	19
7. Annexes	20
c. <i>Annexe 1 : radar plots</i>	20



1. Présentation de BioPhonia

a. Domaine d'expertise

Fondée par trois chercheurs en bioacoustique, BioPhonia est la **seule entreprise française de prestation de services spécialisée en bioacoustique et en écoacoustique terrestre**. BioPhonia se positionne à l'interface du monde de la recherche et du travail de terrain afin de développer des méthodes et des outils innovants au service des gestionnaires de la biodiversité. L'équipe de BioPhonia offre ses services dès la conception d'un protocole avec le client, jusqu'à la pose et la maintenance du matériel. Elle gère le stockage et l'analyse des données ainsi que leur valorisation. Les associés de BioPhonia possèdent toutes les compétences techniques en analyse afin de réaliser les demandes du cahier des charges, comme le montrent leurs références scientifiques. Le siège social de BioPhonia est situé en Haute-Corse. La structure s'inscrit dans une démarche d'Économie Sociale et Solidaire (ESS).

b. L'équipe

Dr. Léo Papet <i>COO</i> Bioacoustique Acoustique Traitement du signal	Dr. Juliette Linossier <i>CEO</i> Bioacoustique Statistiques Comportement animal	Dr. Clément Cornec <i>CTO</i> Bioacoustique Biologie Communication scientifique
Dr. Catherine Seytre <i>Ingénieure</i> Écologie Apprentissage automatique Aménagement du territoire	Dr. Valentin Baron <i>Ingénieur</i> AI Traitement du signal Communication scientifique	Dr. Arthur Guibard <i>Ingénieur</i> Acoustique Bioacoustique Modélisation numérique
Maxime Bru <i>Ingénieur</i> Traitement des signaux Écologie Machine Learning	Paul Peyret <i>Ingénieur</i> AI Traitement du signal Acoustique	Tanguy Loïs <i>Ingénieur</i> Audio-Naturaliste Écologie Ornithologue
Manon Ducrettet <i>Doctorante CIFRE</i> Bioacoustique Statistiques Écologie	Anouk Enz <i>Doctorante CIFRE</i> Traitement de la parole Systèmes embarqués Machine learning	Sarah Bitsch <i>Alternante</i> Etudes de terrain Écologie Statistiques
Stéphanie Vanhove <i>Responsable partenariats</i> Juridique Financement Produits	Claudia Meloni <i>Assistante administrative</i> Comptabilité Gestion Communication	Laurine Cornaton-Perdrix <i>Chargée de communication</i> Communication & marketing Concertation territoriale Éducation à l'environnement



2. Introduction

L'île de Gargalu, faisant partie de la Réserve Naturelle de Scandola, abrite une colonie de puffins de Scopoli (*Calonectris diomedea*). Le premier objectif de cette prestation est de réaliser un suivi de cette colonie par acoustique passive et de confronter les résultats obtenus à la méthode de suivi par comptage manuel. Pour cette année 2024, un autre objectif important est d'étudier l'impact d'une opération de dératisation de l'île, ayant eu lieu en septembre 2023, sur l'effectif nicheur et son activité vocale.

Par ailleurs, avec l'analyse des enregistrements sonores récoltés, nous proposons une restitution supplémentaire relative à l'inventaire de l'avifaune nicheuse, ainsi que quelques remarques sur la pollution sonore d'origine anthropique.

► Rappel des conclusions des études des années 2022 et 2023 :

L'étude réalisée en 2022 a permis :

1. d'établir un état initial de la population de puffin de Scopoli de la zone étudiée ;
2. de conclure quant à l'absence d'océanite tempête sur la zone étudiée. Le site instrumenté n'est vraisemblablement pas un site de nidification pour les océanites tempête ;
3. de détecter la présence d'autres espèces d'oiseaux nicheuses et de passage ;
4. de démontrer la présence des bruits anthropiques aux alentours de l'île (bateau, commentaires avec haut-parleur des bateaux de tourisme).

En 2023, l'étude a permis de montrer que :

1. La procédure employée est répétable, avec des résultats sur le site de contrôle comparables d'une année sur l'autre, et une baisse constatée du nombre de détection entre 2022 et 2023. Pour l'année 2024 cette procédure pourra être ré-employée.
2. Une attention particulière doit être prêtée sur la fixation des enregistreurs, après la chute de l'un d'entre eux constatée en 2023. Cette chute ayant eu lieu juste après une maintenance, l'enregistreur en question n'a malheureusement pas pu être remplacé. Malgré tout, plus de la moitié du temps d'enregistrement est exploitable, ce qui démontre la robustesse de la procédure. Cela démontre aussi l'aspect important d'effectuer une ou plusieurs maintenance(s) lors d'un déploiement long, afin de s'assurer qu'un maximum d'enregistrements soient effectivement effectués.
3. Le deuxième site testé pour la présence d'Océanites tempêtes s'avère non concluant. Cela ne prouve pas pour autant l'absence certaine de l'espèce sur l'île, car son activité vocale reste difficilement perceptible si les enregistreurs ne se situent pas assez proche de sa zone de nidification.
4. Une grande partie des espèces présentes autour de l'île ont été détectées entre 2022 et 2023, sans qu'un recoupement parfait soit constaté. Cependant les inventaires établis ne se veulent pas exhaustifs, et sont donnés à titre d'information. Il est probable qu'un couple de Balbuzard pêcheur a niché sur l'île lors de la période de déploiement.
5. La pollution sonore d'origine anthropique est présente dans cette zone protégée.



L'utilisation de l'acoustique passive présente un réel avantage, car nous avons obtenu de très nombreuses données sur une longue période, en minimisant le dérangement sur la faune (présences ponctuelles : une fois en mai lors de l'installation des enregistreurs et une autre fois en septembre lors de leur récupération).

Pour cette année 2024, les analyses se focalisent en particulier sur l'impact de la dératization sur l'activité vocale de la colonie de puffins de Scopoli. Celle-ci a eu lieu à l'automne 2023 et au printemps 2024, et le bilan 2024 de la reproduction du puffin de Scopoli sur l'île montre un impact important sur le taux de réussite de reproduction avec un passage de 23 %, puis 17 % entre 2022 et 2023, à 68 % en 2024.

3. Matériel et méthodes

a. Protocole

i. Matériel

Les enregistreurs utilisés sont des **Song Meter Mini** de la marque Wildlife Acoustics. Ils sont chacun équipés d'une carte SD de 512 Go pour stocker les données audios enregistrées ainsi que de 6 batteries lithium-ion 18650. Ils sont équipés de deux micros chacun, enregistrant ainsi le paysage sonore en stéréo.

Les enregistreurs sont fixés au moyen de piquet en fer, eux-mêmes maintenus en place grâce à des pierres trouvées sur place. Afin de maximiser le rapport signal-sur-bruit (i.e. le niveau sonore des vocalisations d'oiseaux marins par rapport au bruit ambiant), les enregistreurs ont été placés à une hauteur d'environ 1 mètre.

À la suite de la chute constatée en 2023 les enregistreurs ont été fixés le plus solidement possible afin de permettre un enregistrement non interrompu sur toute la durée prévue (Figure 1).



Figure 1 : Enregistreur mis en place sur l'île de Gargalu



ii. Paramétrage

Le matériel a été paramétré en amont des phases de terrain. Les Song Meter mini ont été utilisés en version hardware RevD et leur firmware a été mis à jour en version 3.7 (version du 01/05/2023). A l'aide du logiciel SongMeterMiniMicroConfigurator, le programme d'enregistrement suivant a été mis en place (Figure 2) :

Deux phases d'enregistrements distinctes :

- Nocturne : entre le coucher du soleil et le lever du soleil (temps déterminés avec le fuseau horaire et la latitude/longitude indiquées).
- Diurne : entre le lever du soleil et le coucher du soleil.

En fonction de la phase d'enregistrement, les durées ont été optimisées pour enregistrer un maximum de l'activité vocale des espèces visées :

- Phase nocturne : enregistrements de 10 minutes toutes les 30 minutes (i.e. 10 minutes ON, 20 minutes OFF).
- Phase diurne : enregistrements de 5 minutes toutes les 30 minutes (i.e. 5 minutes ON, 25 minutes OFF).

L'enregistrement a été effectué en stéréo, avec un gain de 6 dB sur les microphones des deux voies.

La fréquence d'échantillonnage sélectionnée est de 48 kHz permettant ainsi d'enregistrer des sons dans la bande [0-24] kHz. Cette bande couvre celles des deux espèces d'intérêt (les vocalisations du puffin de Scopoli sont principalement comprises dans la bande [350-5000] Hz et celles de l'océanite tempête dans la bande [600-2500] Hz). La marge supplémentaire permet d'enregistrer les harmoniques pouvant monter haut en fréquence chez le puffin de Scopoli.

➔ Avec ce programme, le logiciel indique une autonomie de remplissage des 512 Go de la carte SD de 4 mois environ et une autonomie énergétique de 5 mois environ.

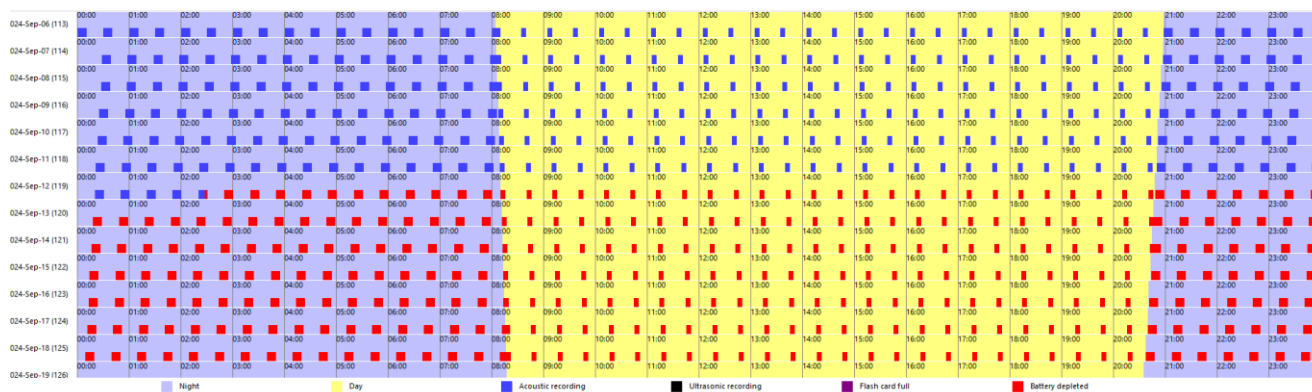


Figure 2 Illustration du programme d'enregistrement sur Gargalu. Les rectangles bleus représentent les périodes enregistrées, ils deviennent rouges lorsque l'estimation du logiciel prévoit les piles vides. Le fond jaune/violet clair représente respectivement le jour/la nuit. Le décalage progressif des levers/couchers de soleil est visible. Les heures sont affichées en UTC+2.



iii. Déploiement

Pour l'année 2024, trois enregistreurs Song Meter Mini ont été déployés selon des emplacements choisis grâce à l'expérience acquise lors du déploiement de 2023 (Figure 3, Tableau 1). Un enregistreur a été placé au même emplacement qu'en 2023, au sein de la colonie identifiée de puffin de Scopoli au sud de l'île (**site SC1**). Un second enregistreur a été placé dans le secteur ouest de l'île, où une petite colonie de puffin de Scopoli a été identifiée en 2022 (**site SC2**). Un troisième enregistreur a été placé au sud-ouest de l'île, dans une zone comportant quelques nids de Puffins et non suivis en 2023 (**site SC3**).

Les enregistreurs ont été déployés le 15/05/2024 et récupérés le 30/09/2024.

Tableau 1 : Identifiants et coordonnées GPS des enregistreurs déployés en 2024

Identifiant	Numéro de série	Lat.	Lon.
SC1	SMA11095	42.36696	008.54124
SC2	SMA11100	42.36983	008.53834
SC3	SMA11093	42.36693	008.54074



Figure 3 : Emplacement des enregistreurs



b. Données disponibles

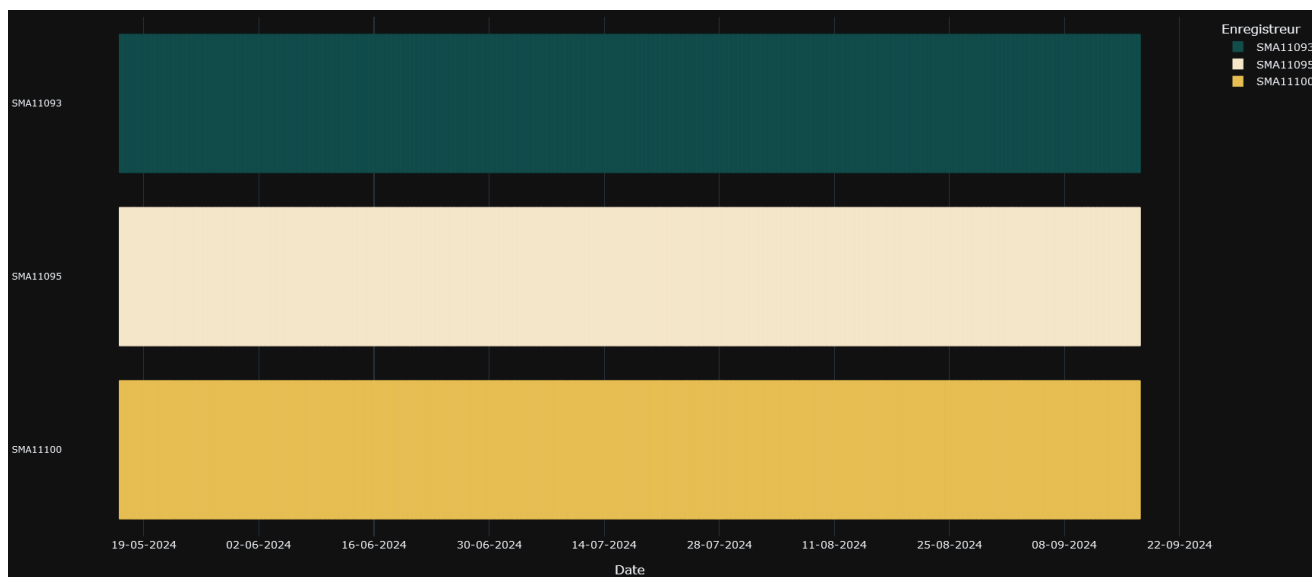


Figure 4 : Enregistrements effectués lors du déploiement

Les trois enregistreurs ont enregistré selon les protocoles prévus sans erreur d'enregistrement à signaler (Tableau 2). Les trois enregistreurs se sont arrêtés d'enregistrer le même jour, le 17/09/2024 à 5h du matin.

Tableau 2 : Synthèse des données recueillies lors du déploiement

Identifiant	Date de pose	Date de fin d'enregistrement	Taille en (Go)	Nombre de fichiers	Durée (heure)
SMA11093	15/05/2024	17/09/2024	455	6036	707
SMA11095	15/05/2024	17/09/2024	455	6036	707
SMA11100	15/05/2024	17/09/2024	455	6035	707

Le déploiement s'est déroulé parfaitement, avec un seul fichier de différence entre les trois enregistreurs, qui correspond à la fin de vie de la batterie de l'enregistreur SMA11100 qui est arrivé très légèrement plus tôt que les deux autres enregistreurs.

c. Méthodes d'analyse des enregistrements audios

i. Modèle de détection utilisé

Le modèle de détection utilisé est BirdNET (dans sa version 2.4.). C'est un modèle dit de Deep Learning (réseau de neurones), dont les paramètres ont été appris à partir de données issues de Xeno-canto, du projet eBird, de la librairie Macaulay (représentant 3 bases de données composées de sons annotés d'oiseaux) et de la base de données AudioSet qui contient des sons provenant de vidéos Youtube. Ce modèle découpe les signaux audios d'entrée en segments de 3 secondes, et y détecte les espèces présentes (plusieurs espèces peuvent être détectées par segment) parmi 6522 classes proposées.

Il est à noter que le modèle associe, à chaque prédiction d'une espèce sur un segment de 3 secondes, un score de confiance, qui varie de 0 à 1. Ce score de confiance permet de déterminer quels sont les segments qui ont de grandes chances de contenir l'espèce souhaitée. Un score au-dessus de 0,8 est la plupart du temps considéré comme correct. Cependant ce score dépend aussi de l'espèce ciblée. Ainsi d'une espèce à l'autre le même score de confiance ne permettra pas de détecter aussi précisément l'espèce en question.

De manière générale plus l'espèce ciblée est présente dans la base de données d'apprentissage du modèle, plus elle sera reconnue fidèlement pour un score de confiance donné.

ii. Détection de l'activité vocale des puffins de Scopoli

En se basant sur les résultats de classification établis par le modèle BirdNET, la procédure suivie pour établir le nombre de détections de puffins de Scopoli est la suivante :

- Lancer BirdNET sur l'ensemble des données audio enregistrées.
- Chercher les segments pour lesquels l'indice de confiance pour la classe Puffin cendré (la classe puffin de Scopoli n'est pas distinguée de la classe Puffin cendré dans la version 2.4 de BirdNET) est supérieur à 0,8.
- Compter le nombre de ces segments par intervalle de temps donné (pouvant aller de la minute à la journée).

iii. Validation manuelles

Les protocoles de sélection et de validation des extraits ont été définis de la manière suivante :

- les extraits sonores associés aux 10 meilleurs scores de confiance et répartis sur 10 fichiers différents ont été sélectionnés ; dans le cas où le modèle n'a retourné qu'un nombre inférieur ou égal à 10 identifications, tous les extraits ont été conservés pour la validation ; enfin dans le cas où plus de 10 identifications ont été réalisées par le modèle mais réparties sur moins de 10 fichiers, les 10 extraits à valider ont été répartis équitablement entre les fichiers ;
- les extraits sélectionnés ont été complétés de 8 secondes (4s avant et 4s après la fenêtre BirdNET de 3 secondes), soit une longueur totale de 11s ;
- les extraits ont été triés par espèce puis par site dans des sous-dossiers ;
- l'écoute des extraits et la visualisation des spectrogrammes ont été réalisées au moyen du logiciel Kaleidoscope Lite Analysis Software (Wildlife Acoustics). Les sons peuvent être écoutés autant de fois que souhaité et il est possible de naviguer de manière dynamique dans le spectrogramme ;
- la validation manuelle a été réalisée par un expert ornithologue sur une base de présence/absence pour chaque espèce et chaque site, ce qui signifie qu'un seul « vrai positif » a permis de valider l'identification d'une espèce sur un site donné.

Cas particuliers : 1/ s'il y avait moins de 10 segments avec un score de confiance supérieur à 0.3, ils ont tous été gardés pour la vérification, 2/ si les segments valides étaient répartis sur moins de 10 fichiers, les 10 extraits à valider ont été tirés équitablement entre les fichiers.



iv. Sélection de segments audios présentant de la pollution sonore d'origine anthropique

Tout au long de l'étude, des segments audios ont été repérés comme contenant de la pollution sonore d'origine anthropique. Pour l'étude de cette année, ces segments ne sont pas particulièrement annotés ou mis en avant dans la suite du rapport, pour mieux se concentrer sur l'impact de la dératisation sur l'activité vocale des puffins de Scopoli.

4. Analyse

a. Activité vocale pour les puffins de Scopoli

i. Activité vocale pour chaque site

La Figure 5 représente le nombre de détections sommées au total pour chaque site, et pour chaque heure de la nuit.

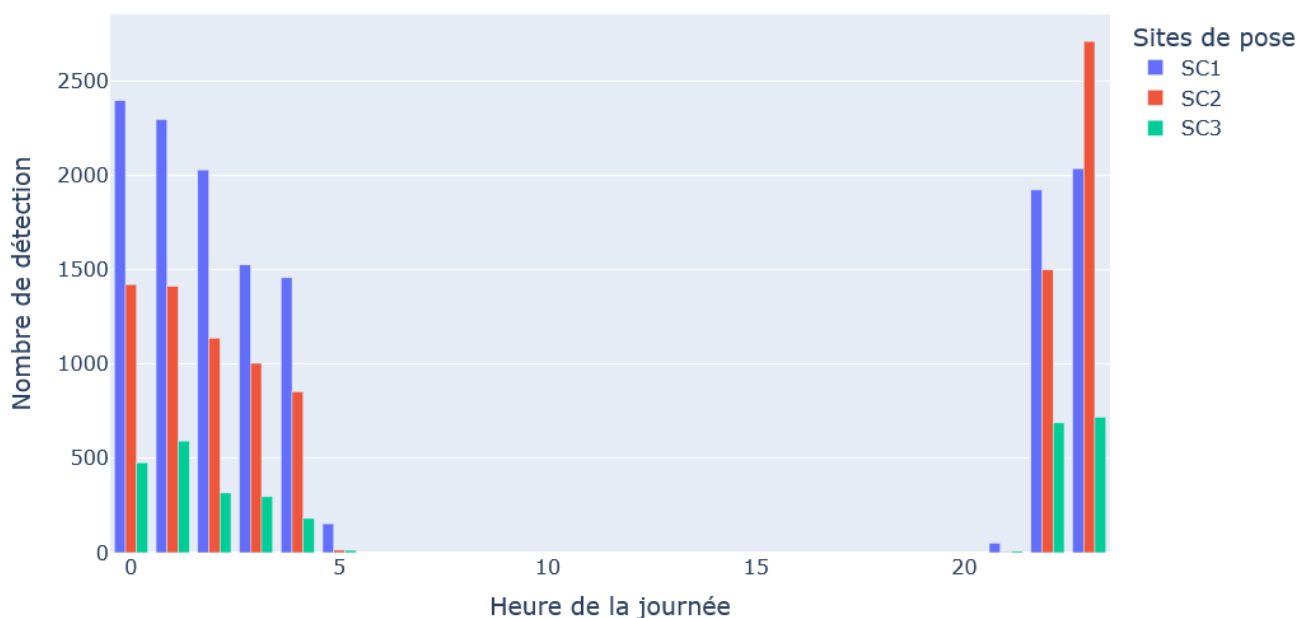


Figure 5 : Nombre de détections par heure de la journée et par site

Les détections se font exclusivement la nuit, entre 21h et 6h du matin. Il est important de rappeler ici que le protocole d'enregistrement était bien paramétré pour enregistrer durant le jour et la nuit. Ainsi l'absence de détection en journée traduit bien une absence de vocalisation de l'espèce.

En dehors de la tranche horaire 23h-24h, le nombre de détection est toujours plus grand pour le site SC1, suivi du site SC2, puis le site SC3. Pour la tranche horaire 23h-24h, le site SC2 a un nombre de détection plus important que SC1.

Pour le site SC1, le nombre de détection augmente de 21h à 1h du matin, puis il décroît jusqu'à la fin de la nuit. Pour le site SC2, la croissance est très forte en début de nuit, jusque 24h, puis elle diminue de la même manière.

Les Figure 6, Figure 7 et Figure 8, représentent le nombre de détections selon la journée de déploiement en abscisse et l'heure en ordonnée, pour les trois sites SC1, SC2 et SC3. Les



barres verticales blanches pointillées représentent les jours de pleine lune. Les trois sites sont affichés sur la même échelle de couleur allant de 0 à 330 détections, représentant le nombre maximum de détections en une heure lors du déploiement.

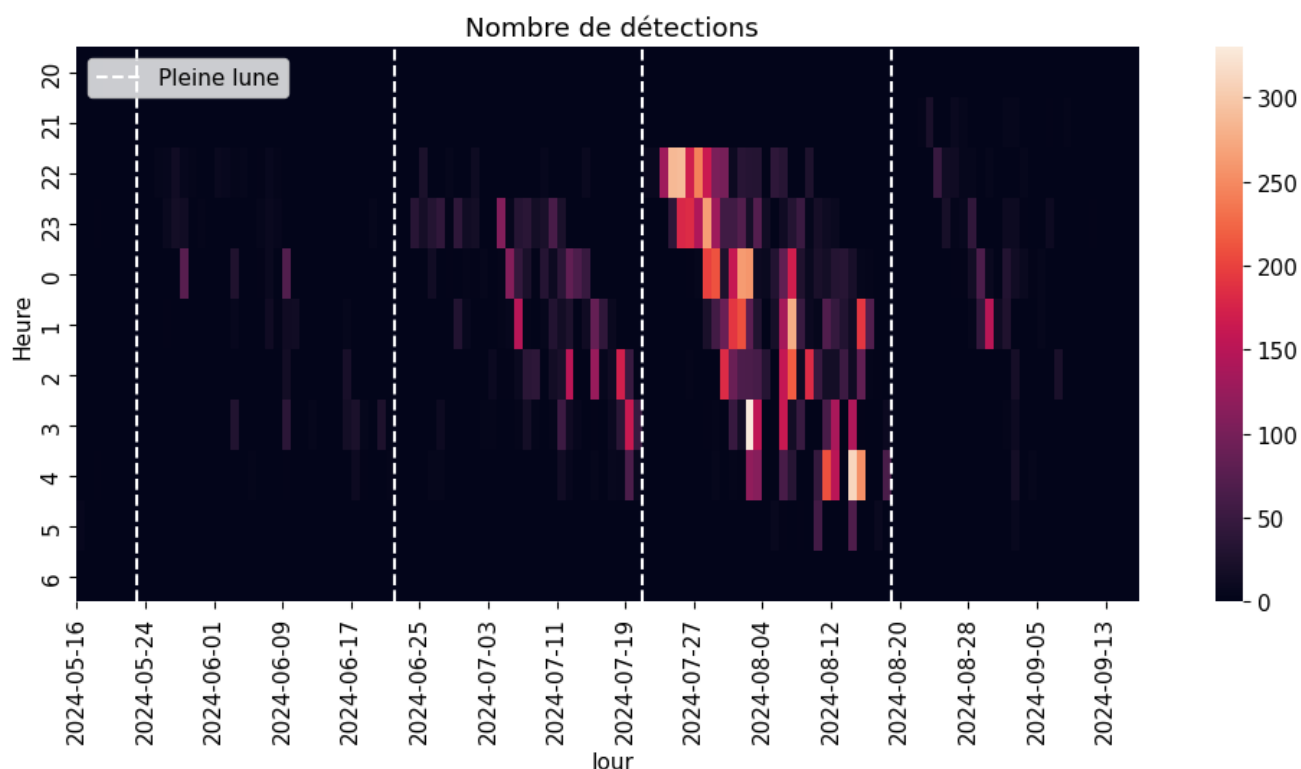


Figure 6 : Heatmap représentant le nombre de détections par heure et par jour de déploiement pour le site SC1

Un schéma classique déjà observé l'an dernier s'observe : l'espèce ne vocalise pas les nuits de pleine lune, et un décalage est présent dans les heures de vocalisation avant / après ces nuits de pleine lune. Les puffins de Scopoli vocalisent plus tôt dans la nuit après les nuits suivant les nuits de pleine lune, et plus tard les nuits précédant la pleine lune.

Sur le site SC1, l'activité est maximale entre fin juillet et fin août, avec un maximum de détections observé à 3h du matin le 02/08 avec 330 détections (Figure 6).

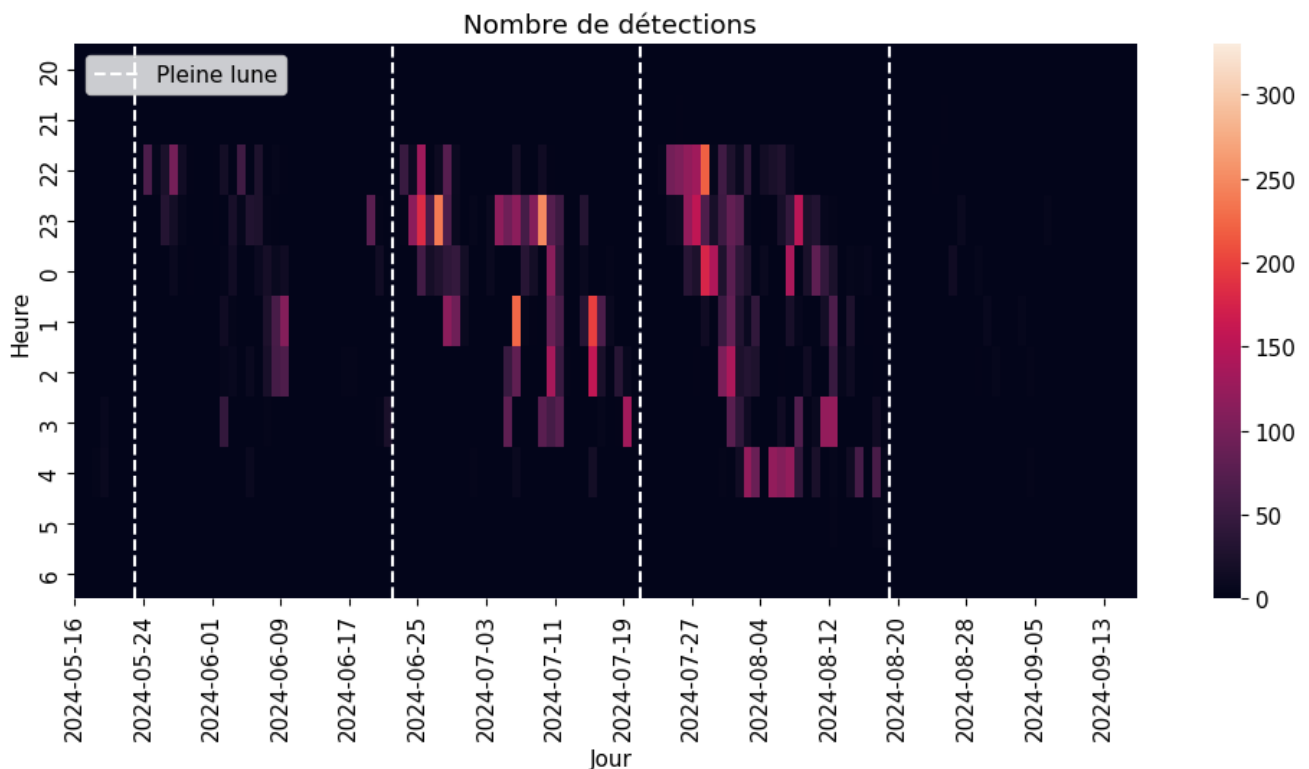


Figure 7 : Heatmap représentant le nombre de détections par heure et par jour de déploiement pour le site SC2

Le même schéma est visible pour le site SC2, mais pour ce site l'activité vocale est beaucoup plus équilibrée entre juillet et août (Figure 7). Cette activité est moins importante que le mois d'août du site SC1, mais plus que celle du mois de juillet de ce même site.

Le maximum de nombre de détections est atteint le 09/07 à 23h, avec 250 détections.

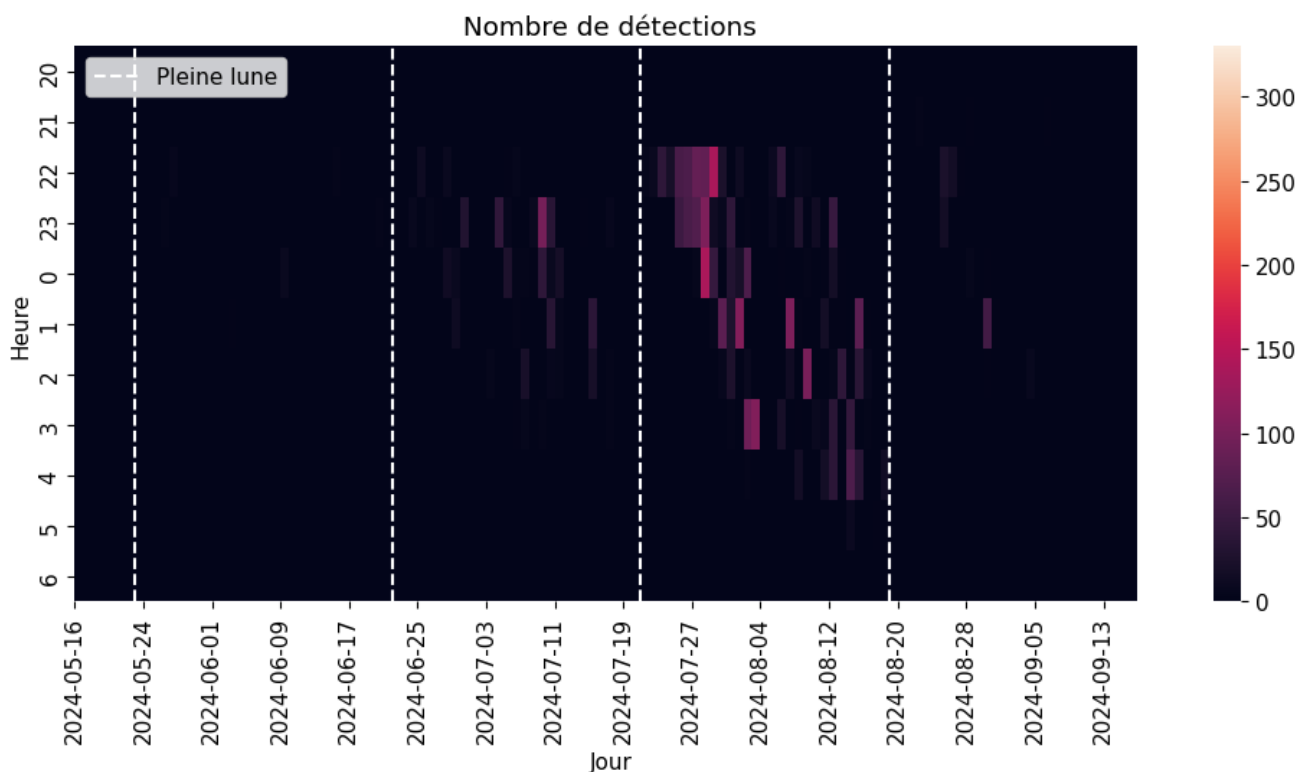


Figure 8 : Heatmap représentant le nombre de détections par heure et par jour de déploiement pour le site SC3



L'activité vocale sur le site SC3 est moindre, et l'activité la plus forte a lieu fin juillet, début août, avec un maximum de 139 détections atteint le 28/07 à minuit (Figure 8).

La Figure 9 permet de comparer les nombres de détections sur les trois sites. Elle représente le nombre de détection en ordonnée et fonction des jours de déploiement en abscisse.

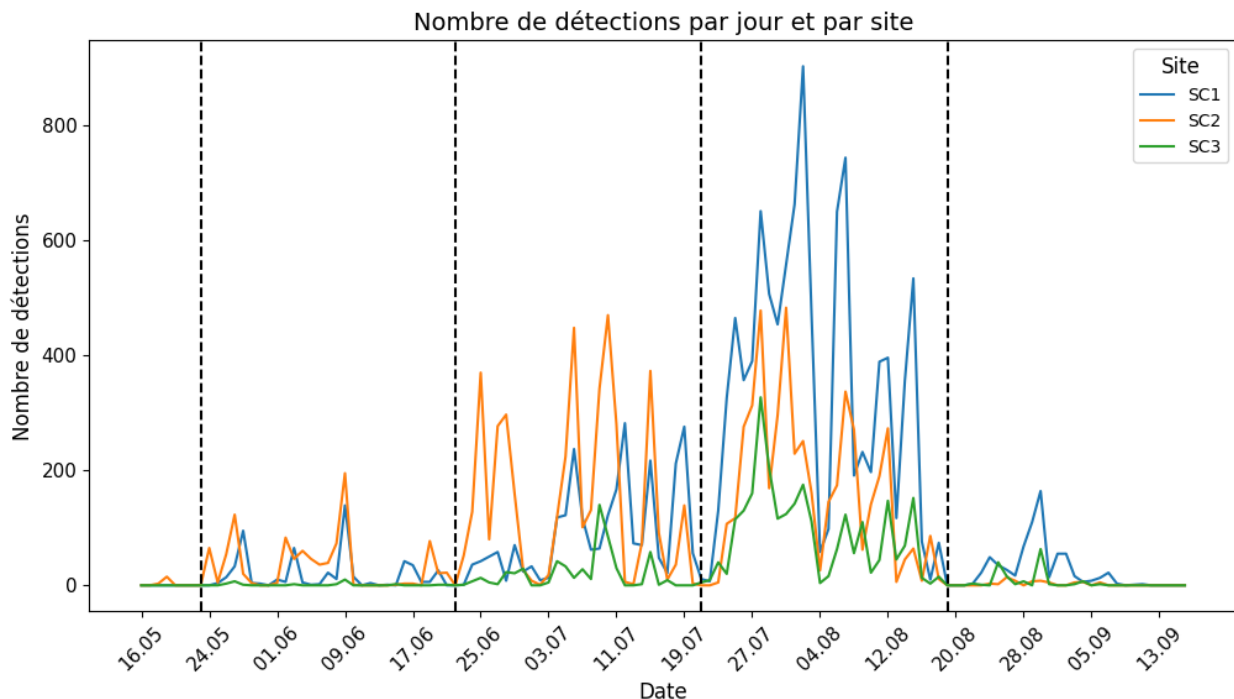


Figure 9 : Nombre de détections par jour et par site. Les lignes verticales pointillées représentent les nuits de pleine lune.

Les observations effectuées en comparant les figures précédentes sont concordantes :

- Le site SC1 est celui où le plus d'activité vocale est constatée ;
- A contrario le site SC3 est celui où l'activité vocale est la plus faible ;
- Le site SC2 a une activité vocale plus équilibrée entre les deux phases de lune qui ont lieu entre fin juin et fin juillet, et fin juillet et fin août, avec une activité vocale légèrement plus élevée que le site SC1 pour la première période, et plus faible pour la seconde.

Ces observations sont cohérentes avec les données de terrain. Le site SC1 est le site le plus dense en nid de puffins, suivi du site SC2 et enfin du site SC3.

ii. Comparaison 2023/2024

Afin d'évaluer l'impact de la dératisation sur l'activité vocale des puffins de Scopoli, nous avons comparé les données des sites SC1 et SC2, où les enregistreurs ont été positionnés au même endroit en 2023 et 2024. En revanche, le site SC3 de 2024, bien qu'il ait permis de confirmer la présence de nids observés en 2023, est situé dans une zone différente de celle étudiée en 2023 et n'a donc pas été inclus dans cette comparaison.

Pour faciliter la comparaison des nombres de détections d'une année sur l'autre, nous avons aligné les jours de déploiement sur une base commune, correspondant à la première pleine lune entre 2023 et 2024. Par exemple, le 23/05/2024 est aligné avec le 04/06/2023. Cette

méthode permet de synchroniser les variations d'activité vocale observées autour des cycles lunaires (pleine lune). Les figures correspondantes (Figure 10 pour SC1 et Figure 11 pour SC2) montrent le nombre de détections en fonction du numéro de jour aligné sur cette référence commune.

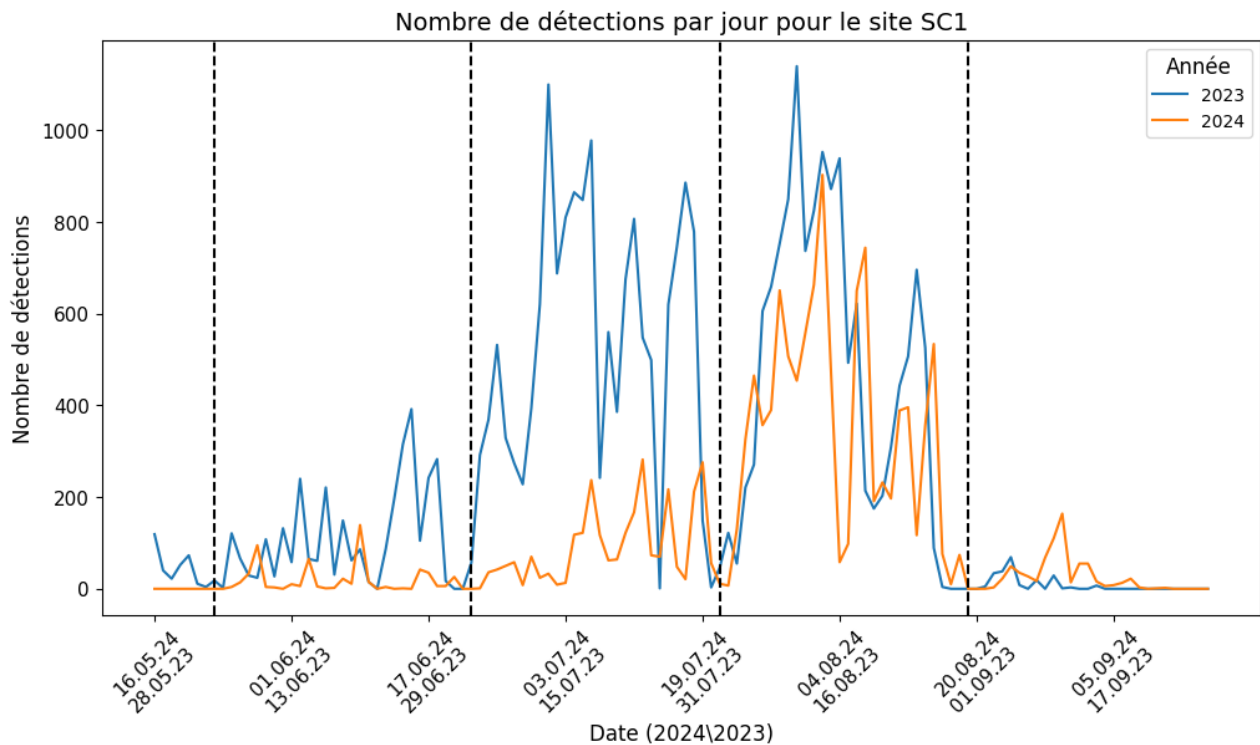


Figure 10 : Comparaison du nombre de détections par jour en 2023 et 2024 pour le site SC1.

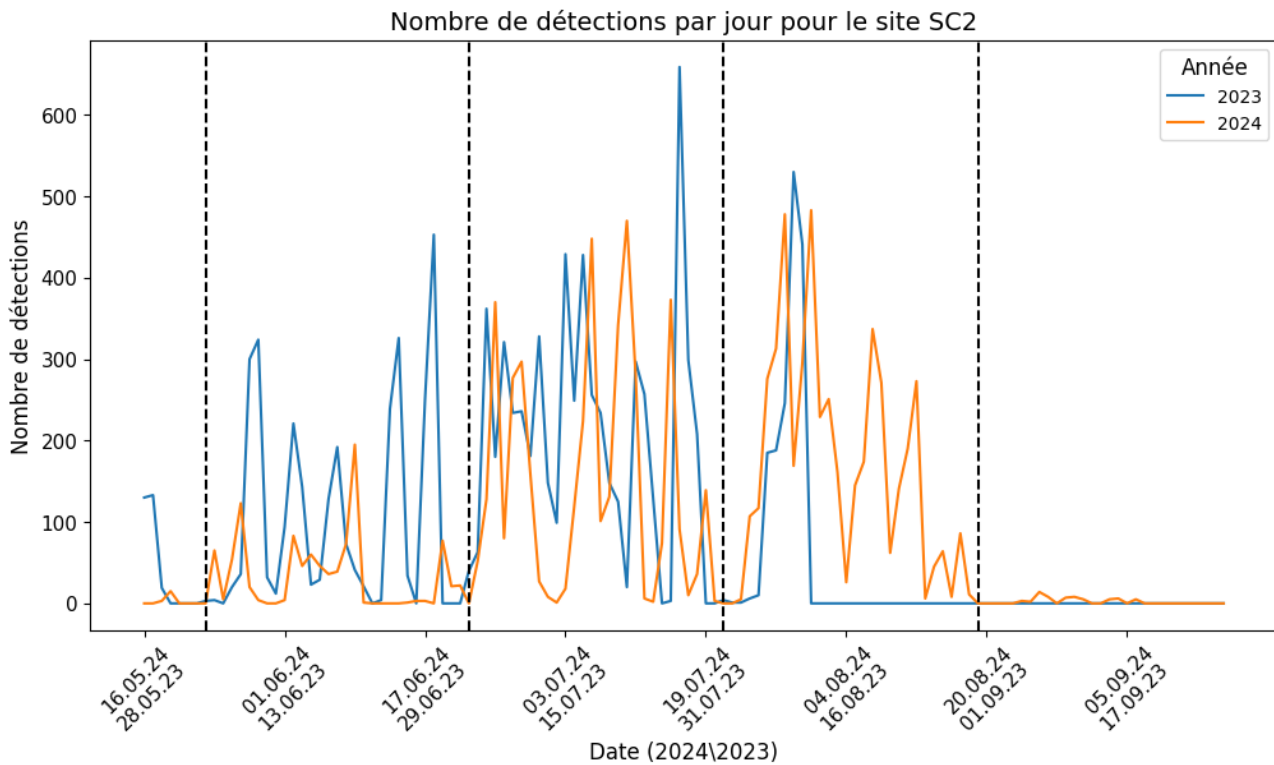


Figure 11 : Comparaison du nombre de détections par jour en 2023 et 2024 pour le site SC2.

Les résultats indiquent :



- **Site SC1** : Entre 2023 et 2024, l'activité vocale diminue en juin et juillet, mais reste comparable en août.
- **Site SC2** : En 2024, l'activité vocale est plus faible en juin, équivalente en juillet, et plus élevée en août par rapport à 2023.
- Dans les deux sites, l'activité vocale reste faible durant les phases de lune situées après le 31/08 en 2024 et après le 19/08 en 2023.

En résumé, les détections du puffin de Scopoli ont globalement diminué en juin et juillet 2024 par rapport à 2023, bien qu'elles soient similaires ou plus élevées en août.

La dératisation a permis une forte augmentation du succès reproducteur entre 2023 et 2024, passant de 17 % à 68 % (source Gilles Faggio, OEC, 2024). Compte tenu de ce succès accru, il aurait été raisonnable d'anticiper une augmentation de l'activité vocale, liée à une colonie plus active et en meilleure santé. Cependant, cette hypothèse ne prend pas en compte le comportement vocal des individus en fonction de leur statut reproducteur et de leurs besoins énergétiques.

En réalité, une augmentation du succès reproducteur peut entraîner une réduction de l'activité vocale des adultes pour les raisons suivantes :

- **Couvaison et soins parentaux** : Les adultes reproducteurs consacrent davantage de temps à la couvaison ou à l'élevage des jeunes. Ces activités nécessitent de longues périodes de présence au nid ou en mer pour pêcher, ce qui réduit le temps disponible pour les vocalisations autour des terriers.
- **Diminution des tentatives de renidification** : En 2023, de nombreux échecs reproducteurs précoces, causés par la prédation des rats, ont probablement conduit à des comportements de renidification ou de prospection, souvent associés à une augmentation de l'activité vocale. En 2024, avec un succès reproducteur plus élevé, ces comportements ont été moins fréquents.

Par conséquent, la baisse de l'activité vocale observée en juin et juillet 2024 pourrait refléter une colonie en pleine reproduction réussie, avec moins d'oiseaux non-reproducteurs ou en échec participant à des interactions vocales.

Enfin, l'augmentation des détections en août 2024 peut également être liée à cette dynamique. Les individus ayant échoué quittent généralement la zone de nidification une fois la saison trop avancée pour une nouvelle tentative. En revanche, les oiseaux ayant réussi leur reproduction continuent de fréquenter l'île pour nourrir leurs poussins, contribuant ainsi à une activité vocale plus soutenue à la fin de la saison.



b. Inventaire de l'avifaune présente

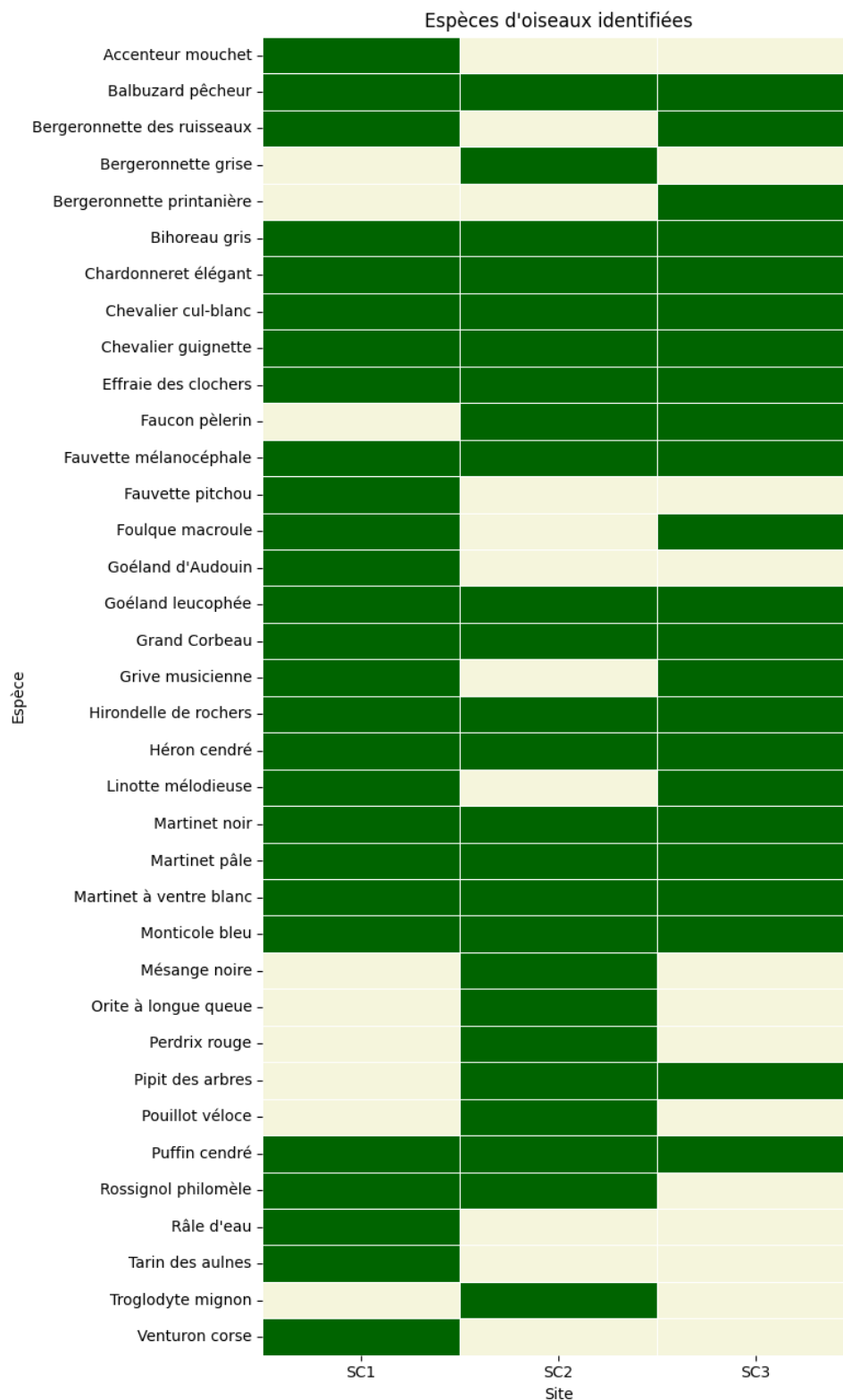


Figure 12 : Inventaires des espèces d'oiseaux détectées et validés manuellement sur les trois sites.

36 espèces ont été détectées grâce à cette méthode, avec 27 espèces sur SC1, 25 sur SC2 et 23 espèces sur SC3. Ces ordres de grandeurs correspondent à la diversité attendue sur Gargalu.



Comparaison avec 2023 : 35 espèces avaient été détectées en 2023, avec des différences entre les espèces :

Espèces détectées en 2023, mais pas en 2024 :

- Chevalier sylvain
- Gobemouche noir
- Huîtrier pie
- Merle noir
- Martin-pêcheur d'Europe
- Milan noir
- Petit-duc scops
- Pigeon biset
- Pouillot fitis
- Serin cini

Espèces détectées en 2024, mais pas en 2023 :

- Chevalier cul-blanc
- Faucon pèlerin
- Foulque macroule
- Goéland d'Audouin
- Grive muscienne
- Linotte mélodieuse
- Orite à longue queue
- Pouillot véloce
- Tarin des aulnes
- Venturon corse

Ces différences de détections concernent principalement des espèces non-nicheuses sur le site et sont probablement dues à des différences temporelles entre les deux déploiements.

Il est à noter que la méthode de validation des détections BirdNet détaillée en 3.c.iii. a été améliorée en 2024, ce qui a pu mener à une meilleure détection de certaines espèces comme le Goéland d'Audouin et le Faucon pèlerin, déjà connus sur Gargalu en 2023 mais non détections à l'époque.

Il est également à noter que les Martinets pâles et Martinet noirs sont difficile à identifier de manière acoustique. Il a été choisi ici de valider les deux espèces, car si le Martinet pâle est probablement nicheur sur l'île, il est également possible que le Martinet noir vienne y chasser.

5. Discussion

Les conclusions tirées de l'étude de 2023 ont été confirmées. Ainsi, les détections de puffins de Scopoli ont été strictement nocturnes, et ceux-ci ne vocalisent pas les nuits de pleine lune. De même, l'activité vocale des Puffins est intimement liée au cycle lunaire, avec des oiseaux qui vocalisent plus tôt dans la nuit après les nuits suivant les nuits de pleine lune, et plus tard les nuits précédant la pleine lune. Les différences de détections des Puffins entre les sites SC1 et SC2 ont été retrouvées, avec plus de détections sur SC1. Le site SC3 ayant été déplacé d'une année sur l'autre, il n'est pas possible d'en comparer les détections avec 2023. Le nouvel



emplacement de SC3 a permis de détecter des Puffins dans des quantités moindres que SC1 et SC2, ce qui concorde avec la répartition des nids connus sur l'île.

Les résultats mettent aussi en évidence le lien complexe entre la dynamique reproductive des puffins de Scopoli et leur activité vocale. Bien que la dératisation ait fortement amélioré le succès reproducteur, elle a également modifié les comportements individuels et collectifs, entraînant une baisse de l'activité vocale en juin et juillet. Ces observations suggèrent qu'un succès reproducteur élevé peut réduire les interactions vocales autour des nids en raison des risques associés à la prédation des œufs ou des poussins et/ou des besoins énergétiques liés à la couvaison et à l'élevage.

Les autres espèces d'oiseaux contactées sont consistantes avec celles détectées en 2023, avec quelques différences résident probablement dans les différences temporelles entre les deux études et dans l'amélioration du protocole de validation des sorties du modèle au cours de l'année 2024.

6. Conclusion et perspective

L'étude menée en 2024 a produit des résultats cohérents avec ceux de l'étude de 2023, confirmant que la procédure employée est robuste et répétable d'une année sur l'autre. Les observations réalisées sur l'activité vocale du puffin de Scopoli ont permis de tirer des conclusions similaires, soulignant l'efficacité de la méthode bioacoustique pour le suivi de cette espèce.

Au vu des résultats obtenus, il serait pertinent d'étendre l'échantillonnage temporel de la reproduction du puffin de Scopoli. Une pose des enregistreurs plus tôt dans la saison permettrait de couvrir l'ensemble de la période de reproduction, offrant ainsi une vision plus complète de la dynamique des colonies.

En outre, avec le développement de nouvelles méthodes bioacoustiques, notamment dans le cadre du projet BASOM, il pourrait devenir possible d'estimer le nombre d'individus reproducteurs à partir des données acoustiques. Cette avancée serait particulièrement intéressante pour le site SC2, où le suivi visuel mené par l'Office de l'Environnement de la Corse (Gilles Faggio et Margaux Olmeta) n'a recensé que deux nids à proximité de l'enregistreur. Cependant, l'activité vocale détectée y est relativement importante, et la zone, riche en cavités, est difficile à prospecter entièrement. Ces conditions laissent supposer la présence potentielle d'un nombre de nids supérieur à celui estimé par le suivi visuel.

Ces nouvelles approches pourraient ainsi fournir des données plus précises sur la structure des colonies et compléter efficacement les méthodes actuelles, renforçant leur pertinence pour la gestion et la conservation des populations de puffins de Scopoli sur l'île de Gargalu.

7. Annexes

c. Annexe 1 : radar plots

Les Figure 13, Figure 14, et Figure 15 représentent le nombre de détections comptabilisées par jour, pour les sites SC1, SC2 et SC3 respectivement, et pour les mois de juin, juillet et août. Les échelles ne sont pas identiques pour les trois figures. Les zones plus ou moins grisées en pourtour de cadran correspondent aux phases de la lune durant la période : plus la zone est blanche, plus la lune est pleine, et inversement.

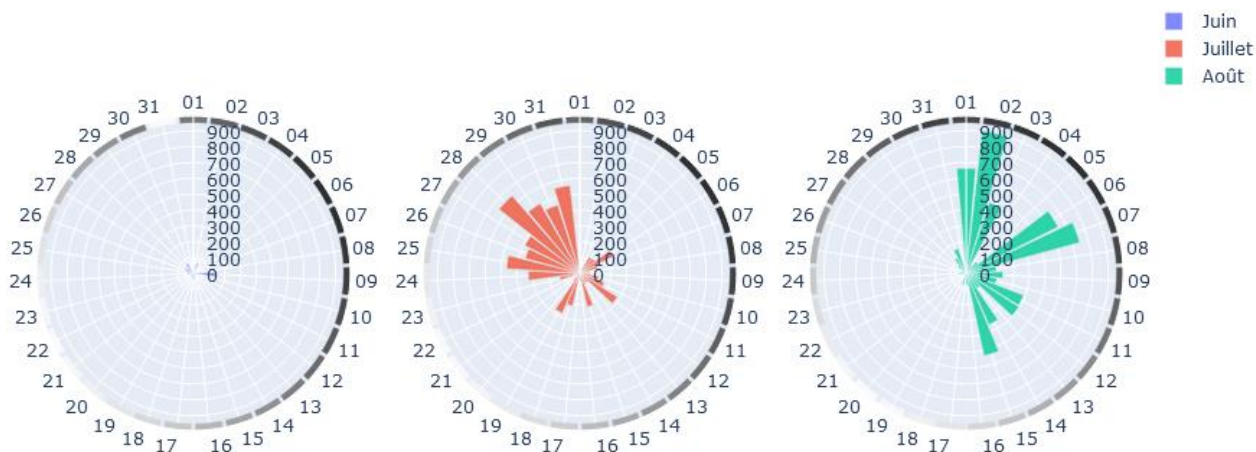


Figure 13 : Représentation polaire du nombre de détections par jour pour les mois de juin, juillet et août pour le site SC1. Les zones grisées en pourtour de figure représentent les phases de la lune.

Pour le site SC1, on remarque un nombre de détection qui augmente au cours des mois, avec comme vu dans les heatmaps une baisse du nombre de détections lors des jours de pleine lune. L'augmentation de l'activité vocale en août est ici plus visible.

Le maximum du nombre de détection est égal à 903 et a lieu le 02/08.

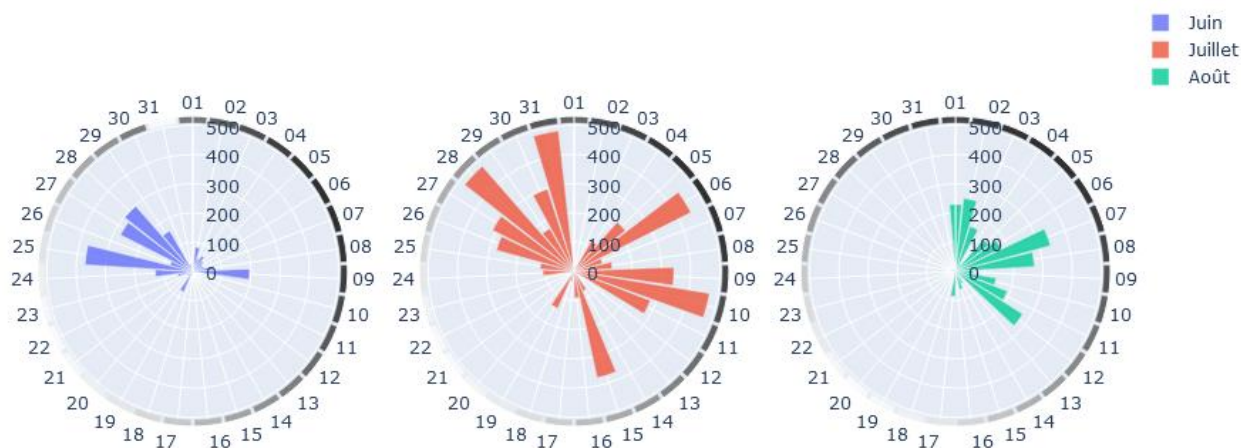


Figure 14 : Représentation polaire du nombre de détections par jour pour les mois de juin, juillet et août pour le site SC2. Les zones grisées en pourtour de figure représentent les phases de la lune.

Le site SC2 voit son nombre de détection plus équilibré au cours des trois mois, avec une activité vocale plus forte au mois de juillet.

Le maximum de nombre de détections a lieu le 31/07 et est égal à 483.

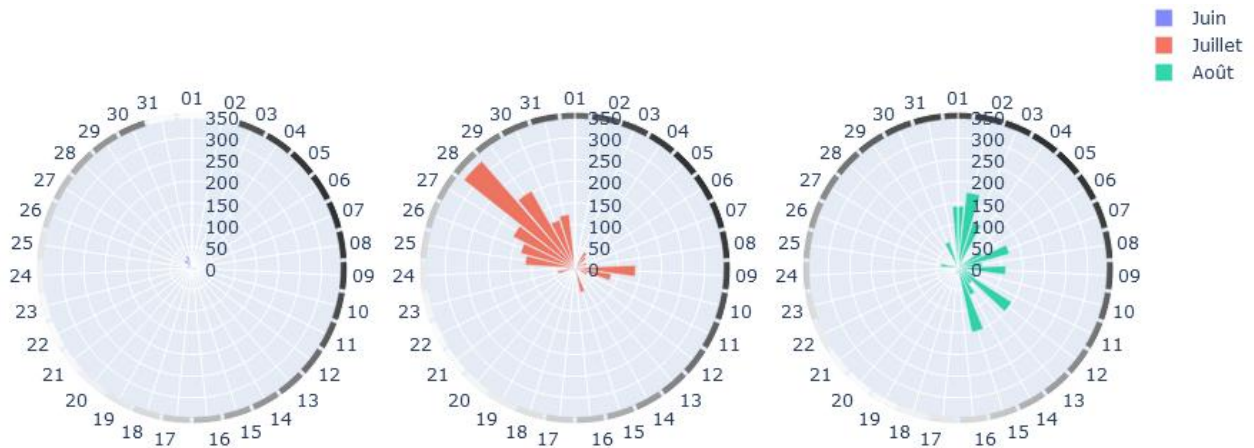


Figure 15 : Représentation polaire du nombre de détections par jour pour les mois de juin, juillet et août pour le site SC3. Les zones grisées en pourtour de figure représentent les phases de la lune.

Enfin le site SC3 comptabilise moins de détections que les deux autres, avec une activité vocale maximale distribuée sur la fin juillet, début août comme observé dans les heatmaps. Le jour d'activité maximale a lieu le 28/07 avec 327 détections.



BioPhonia

L'acoustique au service de la biodiversité

Sualello, 20232 Oletta

contact@biophonia.fr

Plus d'informations sur : www.biophonia.fr

