

Etude de l'impact des parcs photovoltaïques sur les chiroptères : Projet PV-chiros

24 Septembre 2023 – 12^{ème} Rencontres Chiroptères Grand Sud



CAR



Agir pour
la biodiversité

ADVERONE
RHONE-ALPES



OFB
OFFICE FRANCAIS
DE LA BIODIVERSITE





Agir pour
la biodiversité

Porteur du projet

Forte croissance du nombre de parcs PV,
questionnement sur l'impact sur la biodiversité.

Alice Baudouin & Vivien Chartendrault



Co-financeur

Questionnement sur la fréquentation en chiroptères
des parcs au vu des études de suivi réalisées sur
certains parcs PV

Céline Brun & Nicolas Gay



Co-financeur

Besoin de plus d'informations pour la mise en place
de protocoles standardisés, la prise en compte des
enjeux chiroptères dans la séquence ERCA

Nicolas Hette-Tronquart



Référent scientifique du projet

Besoin de connaissances sur le sujet au vu de la
modification rapide de l'usage du sol

Christian Kerbiriou & Kévin Barré

Etat des connaissances

Les parcs photovoltaïques au sol ont un impact sur l'activité des chiroptères.



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Global Ecology and Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gecco



The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation

Kriszta Lilla Szabadi^a, Anikó Kurali^b, Nor Amira Abdul Rahman^c,
Jérémy S.P. Froidevaux^{d,e,f}, Elizabeth Tinsley^f, Gareth Jones^f, Tamás Görfölvölgyi^{g,h},
Péter Estókⁱ, Sándor Zsebők^{c,j,*}

Szabadi *et al.* 2023

Modification de la communauté

Principalement des espèces anthropogènes sur les parcs photovoltaïques au sol

1472 | Accepted: 4 June 2023

1474

Journal of Applied Ecology



RESEARCH ARTICLE

Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity

Elizabeth Tinsley¹ | Jérémy S. P. Froidevaux^{1,2,3} | Sándor Zsebők^{4,5} |
Kriszta Lilla Szabadi⁶ | Gareth Jones¹

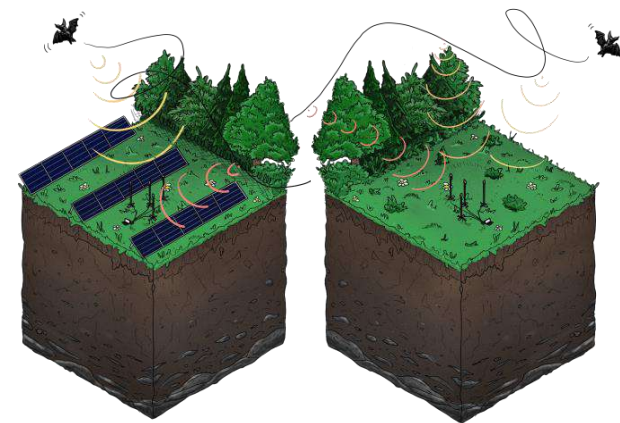
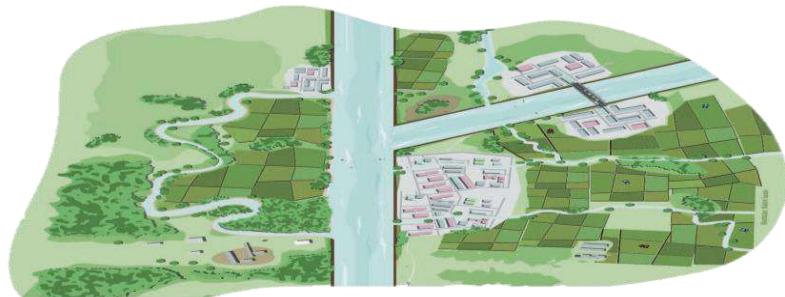
¹School of Biological Sciences, University of Bristol, Bristol, UK; ²Biological and Environmental Sciences, Faculty of Natural Sciences, University of Stirling, Stirling, UK; ³Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation (CESCO), Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre National de la Recherche Scientifique, Sorbonne Université, Concarneau/Paris, France; ⁴Department of Systematic Zoology and Ecology, ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary; ⁵Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany, Vácrátót, Hungary and ⁶Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

Tinsley *et al.* 2023

Activité réduite sur les parcs pour 6 des 8 espèces testées

Effet significatif négatif des parcs





Objectif

Echelle	Paysage
Méthode	Suivi passif (sm4)
Métrique	Activité (nombre de contacts,...)
Objectif	Comparaison présence sur parcs avec autres habitats

Echelle	Parc
Méthode	Trajectographie 3D
Métrique	Comportement de vol (vitesse, sinuosité,...)
Objectif	Etude de la fonctionnalité de l'habitat « parcs PV »

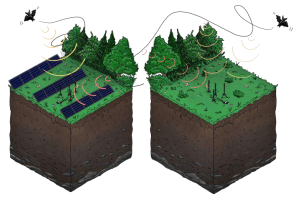


OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



Agir pour
la biodiversité





Objectif

Caractérisation du comportement de vol

Ratio chasse/transit



Variables à expliquer

Probabilité de buzz¹

↗ pendant la chasse// ↘ pendant le transit

Vitesse de vol²

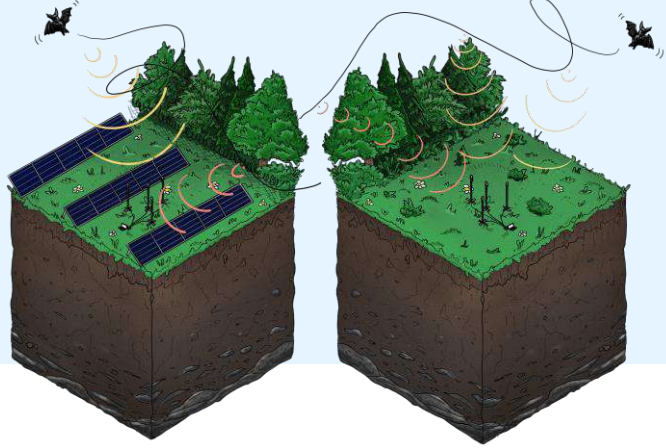
↘ pendant la chasse// ↗ pendant le transit

Sinuosité de la trajectoire de vol²

↗ pendant la chasse// ↘ pendant le transit

Objectif

Comparaison des valeurs de ces variables entre sites avec PV et sites témoins standardisés



Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

Nombre de parcs

9

Taille des parcs

Entre 2,5 et 25 ha

Puissance

Entre 2,5 et 14 MW

Technologie

Fixe ou Trackers

Date de mise en service

Entre 2011 et 2022

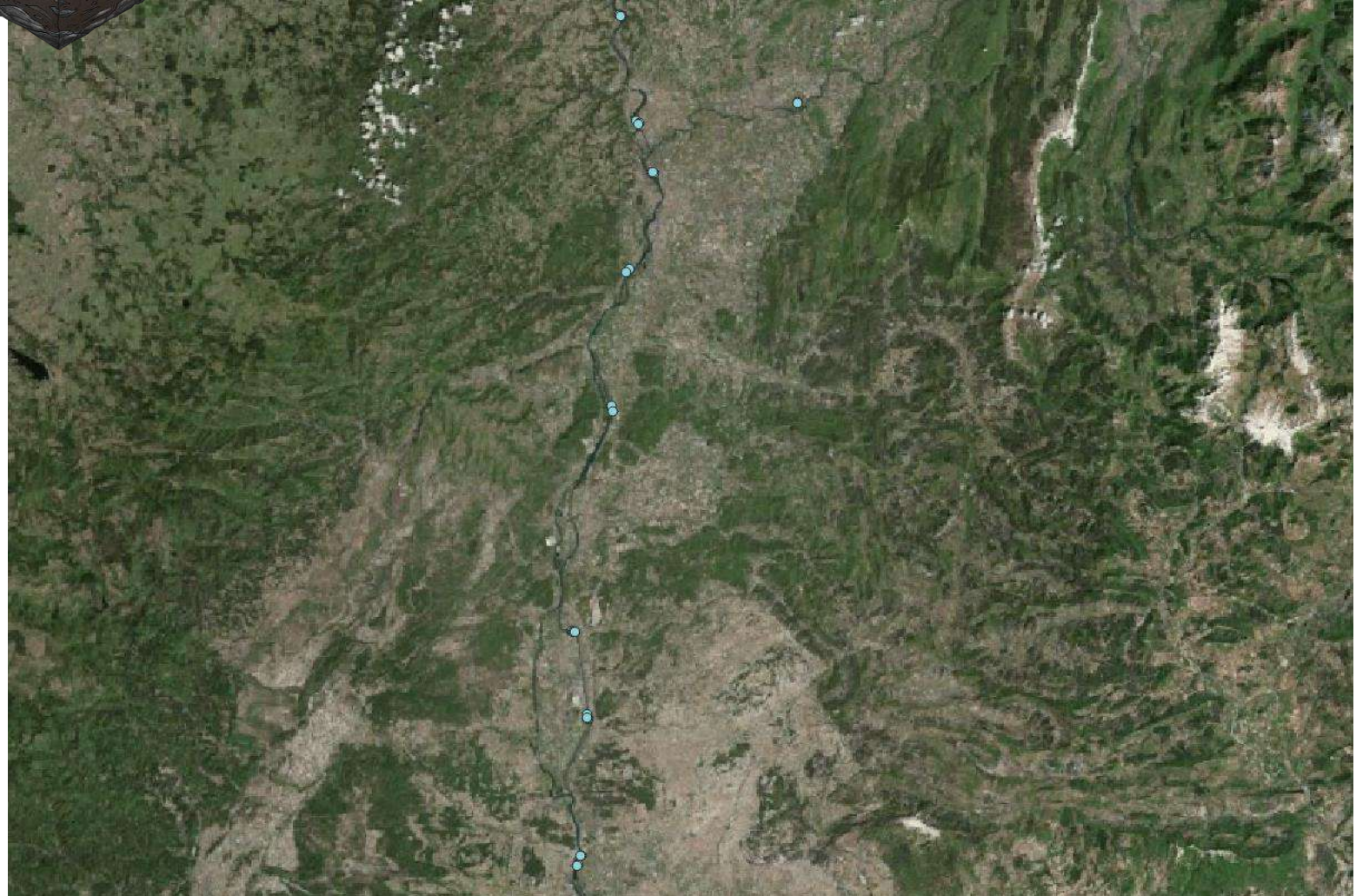
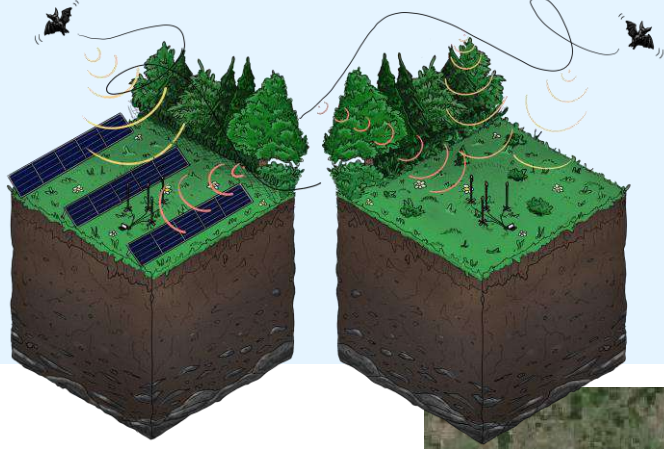
Dimension des panneaux

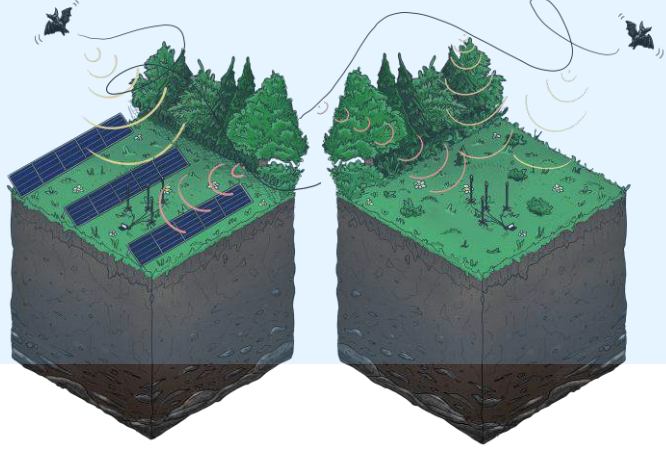
En moyenne $2,4 \pm 0,4$ m de haut, $3,4 \pm 1,1$ m de large

Espacement entre rangées

En moyenne $4,9 \pm 1,3$ m

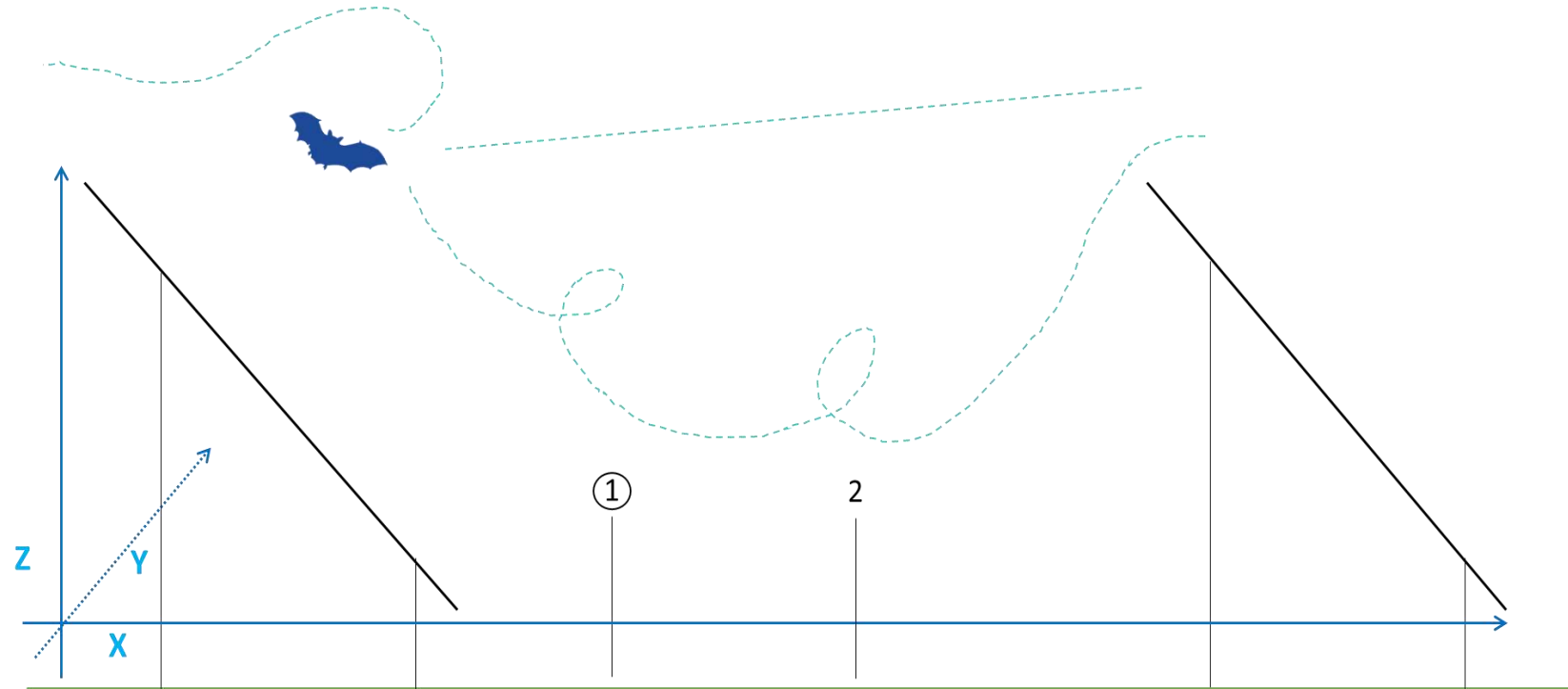
Trajectographie 3D





Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères



9 parcs différents

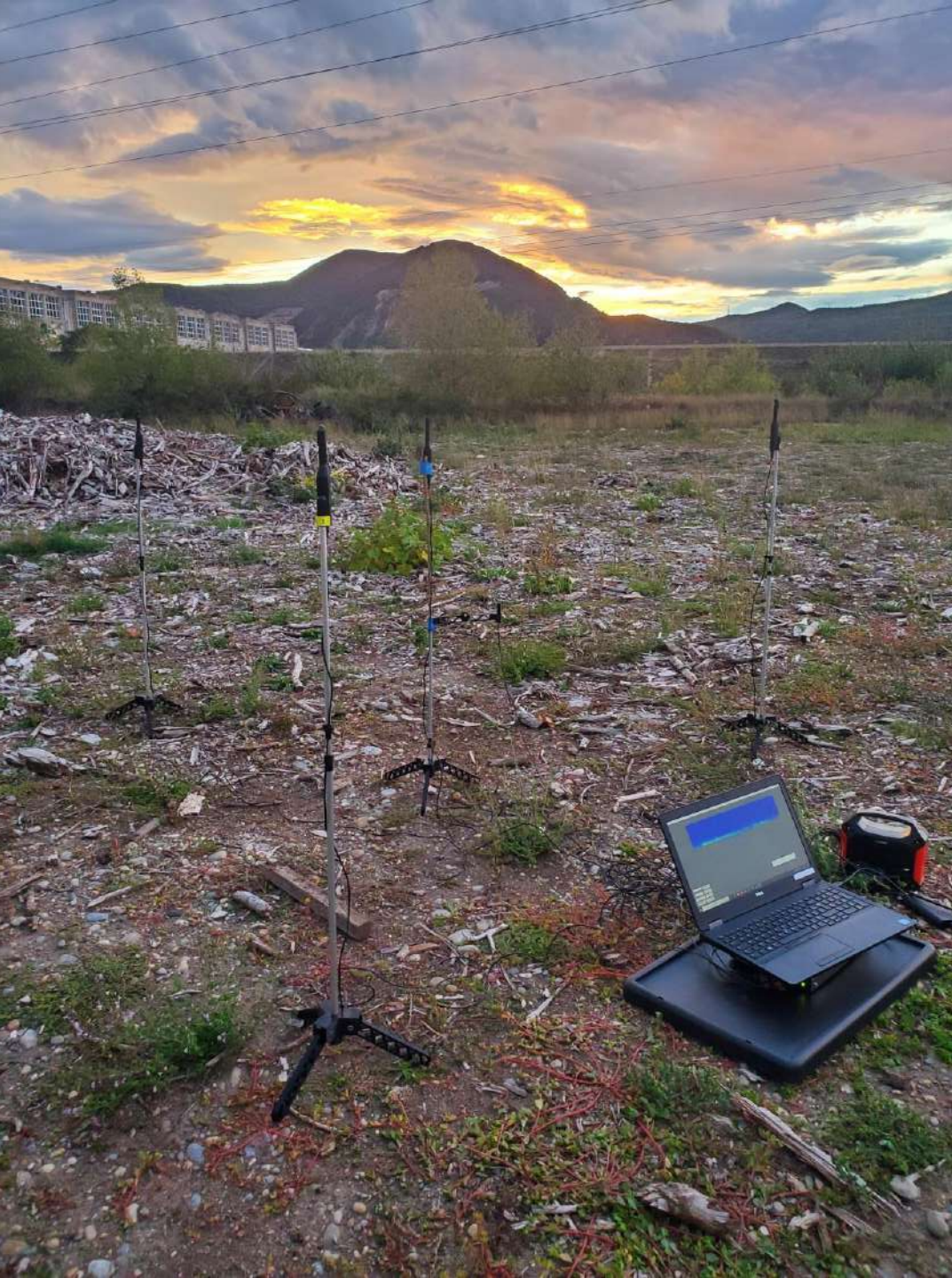
16 paires d'antennes posées

Design par paires standardisées
site traitement (PV) // site témoin

De 100m à 500m entre les points d'une même paire

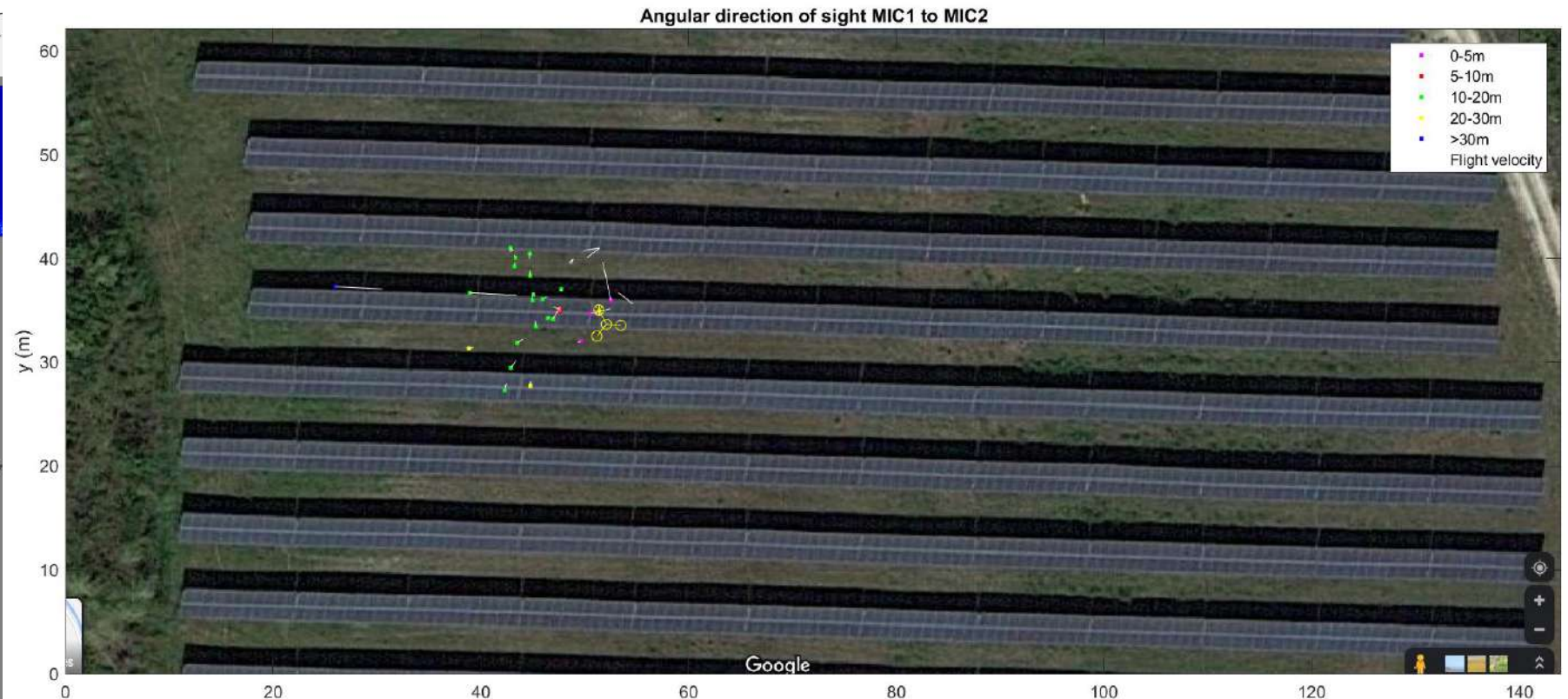
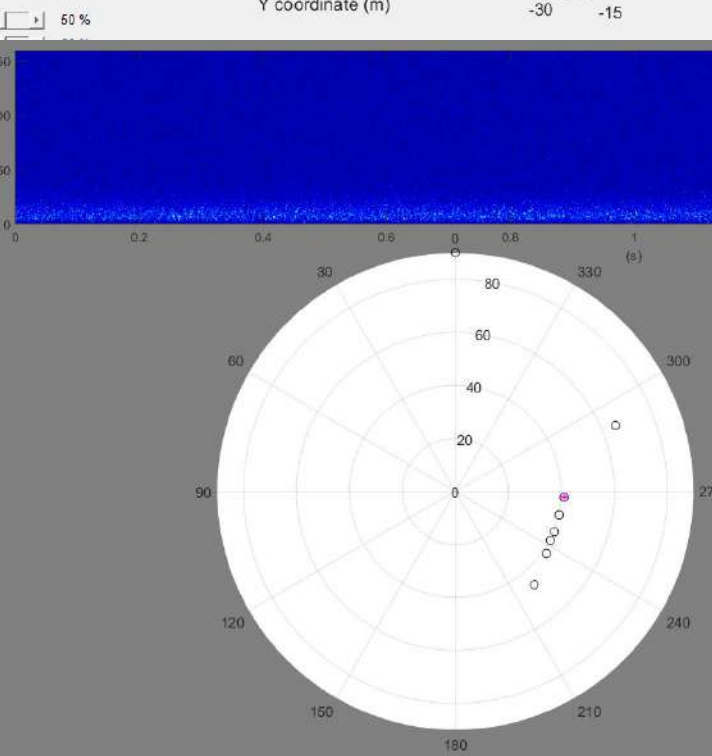
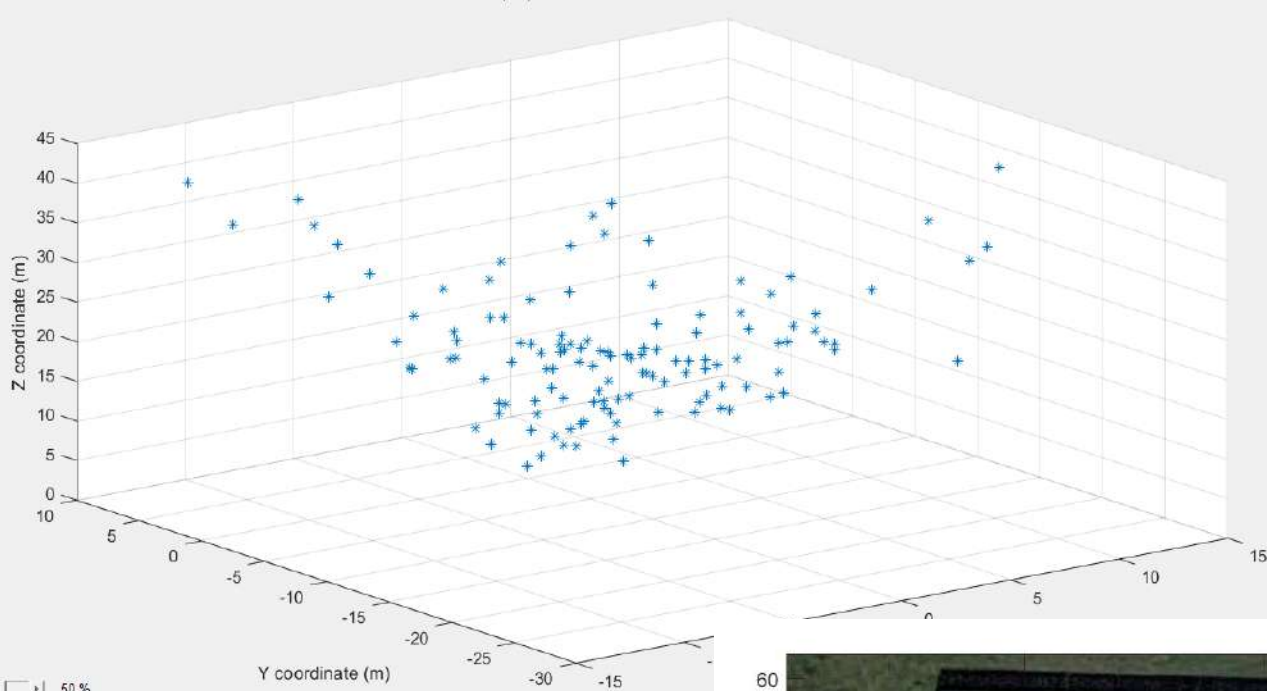
Trajectographie 3D

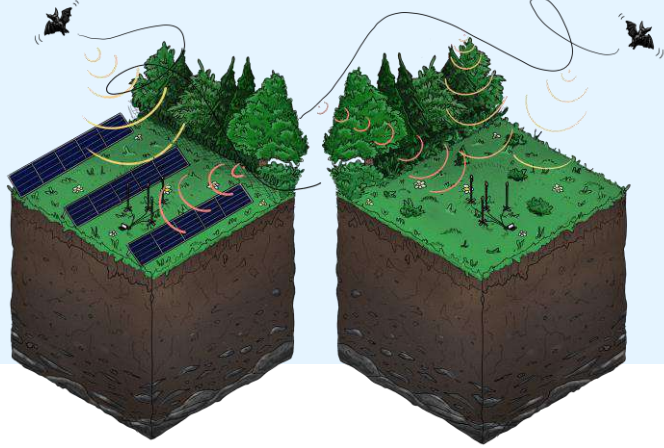
**Etude du
comportement de vol
des chiroptères**



Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères








Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

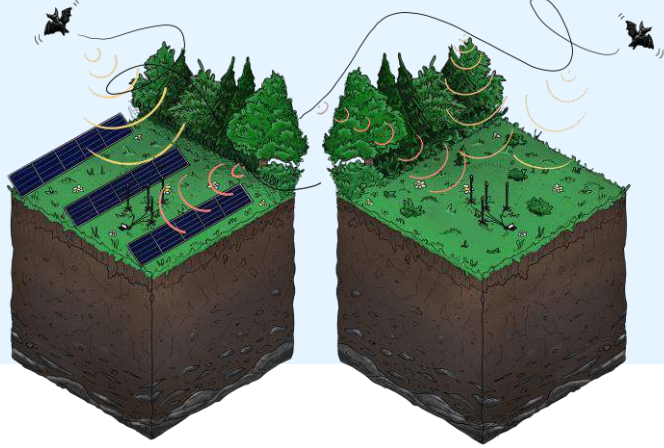
Analyse acoustique

3 étapes de traitement des sons

-  Reconstruction des trajectoires de vol¹
-  Identification acoustique avec Tadarida²
-  Détermination d'une probabilité de buzz avec un classificateur de sonotype³



©YoannPeyrard



Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

Pas de vérification des sons, utilisation des probabilités TADARIDA selon méthode Barré *et al.* 2019

Analyses à l'échelle

a) de la guilde (LRE/MRE/SRE),

LRE = long range echolocator = noctules + sérotines

MRE = mid range echolocator = pipistrelles

SRE = short range echolocator = murins + oreillards

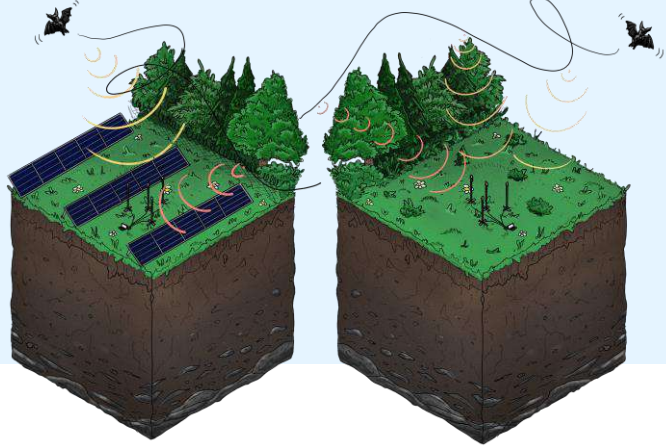
b) de l'espèce si le nombre de contacts est suffisant

Murins spp, oreillard gris,

Pipistrelle commune/Kuhl,/pygmée/Nathusius,

Noctule de Leisler

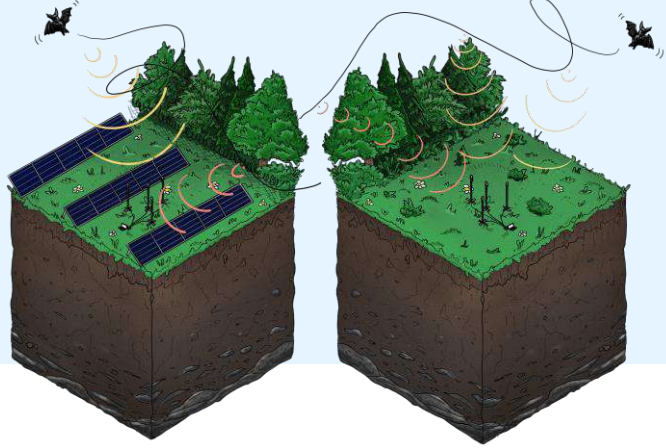




Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

Espèce	Nombre de positions	Nombre de trajectoires
Mid-range echolocators (MRE)	13450	1076
Vespère de Savii	86	7
Minioptère de Schreibers	17	3
Pipistrelle commune	1435	116
Pipistrelle de Kuhl	1919	140
Pipistrelle de Nathusius	5068	387
Pipistrelle pygmée	4925	423
Long-range echolocators (LRE)	711	118
Sérotine commune	67	8
Noctule de Leisler	564	97
Noctule commune	80	13
Short-range echolocators (SRE)	1112	123
Barbastelle	72	10
Murins spp.	615	70
Oreillard gris	425	43
Total	30546	2634






Trajectographie 3D

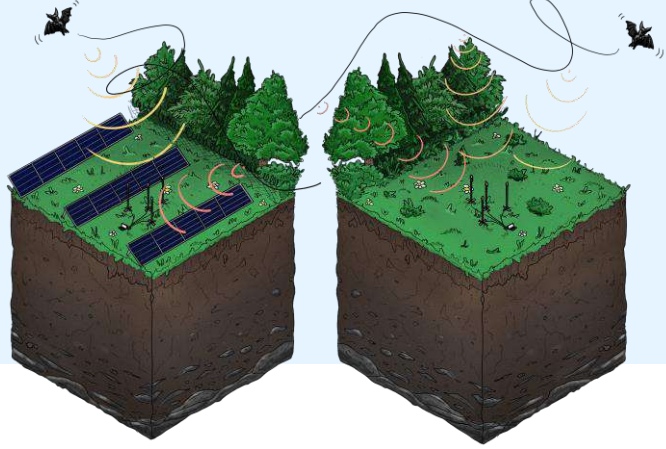
Etude du comportement de vol des chiroptères

Analyse statistique

3 étapes d'analyses

-  Calcul des métriques (vitesse, sinuosité...) Grodzinski et al., 2009
-  Vérification du lien probabilité de buzz/ vitesse de vol et sinuosité
-  Test de l'impact de la présence/absence des panneaux sur les métriques du comportement de vol -> GLMMs

buzz ~ avec ou sans panneaux + (1|paire)
vitesse de vol ~ avec ou sans panneaux + (1|paire)
sinuosité ~ avec ou sans panneaux + (1|paire)

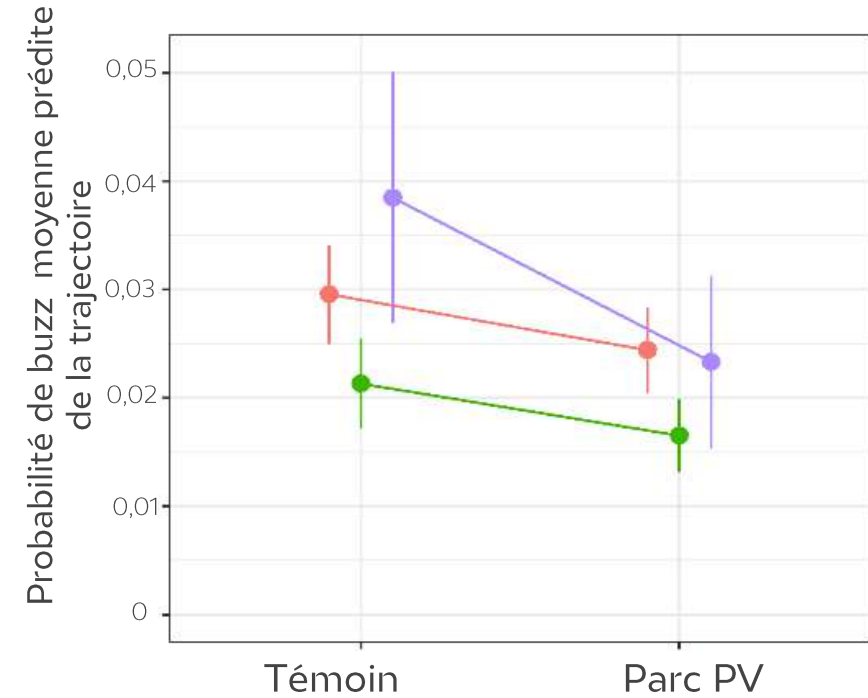


Trajectographie 3D

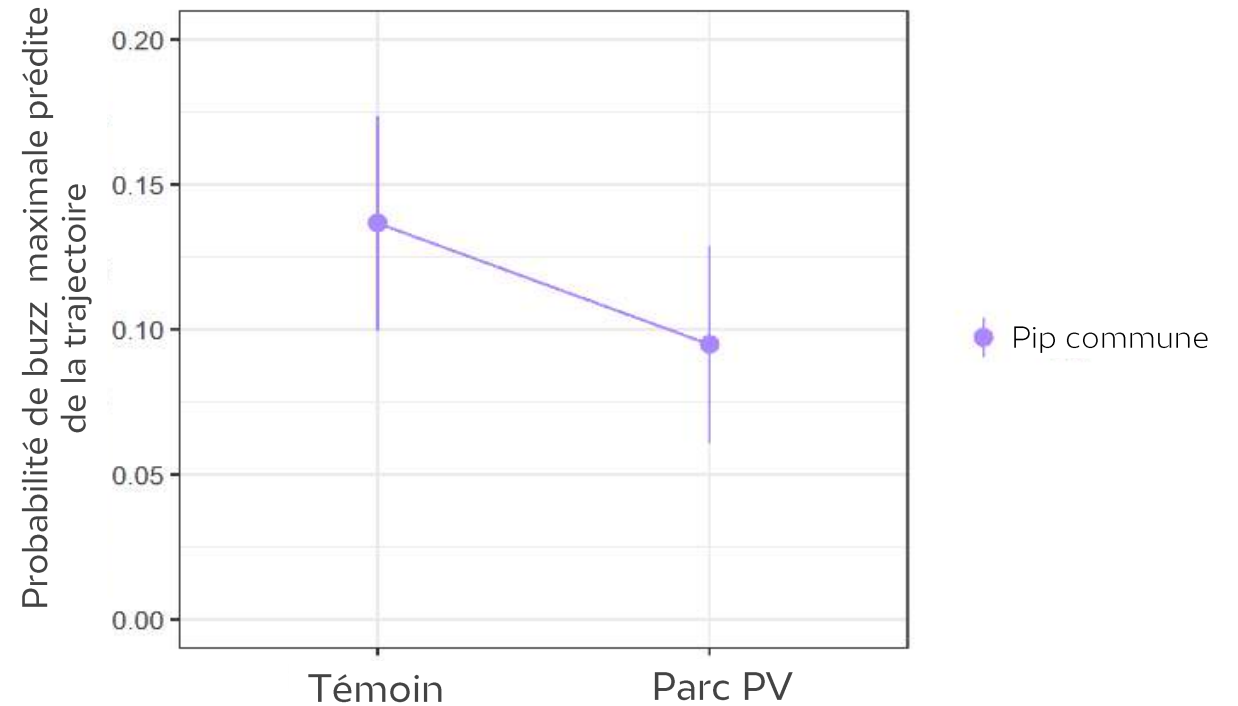
Probabilités moyennes et maximums d'avoir un buzz dans la trajectoire plus faible sur les parcs par rapport aux sites témoins

Résultats

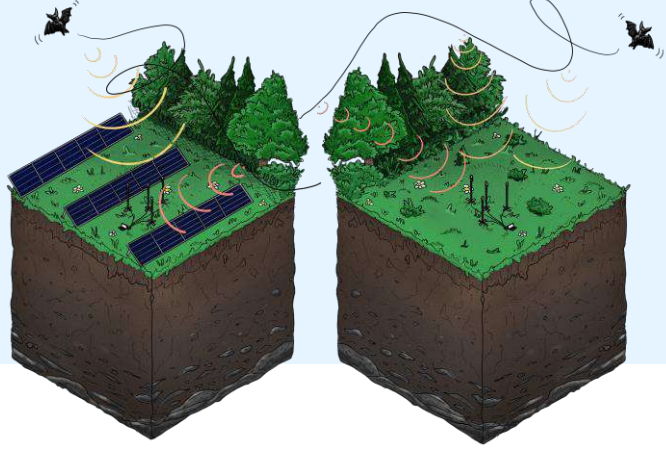
↘ proba buzz = ↘ activité de chasse



- Gilde MRE
- Pip Nathusius
- Pip commune



- Pip commune



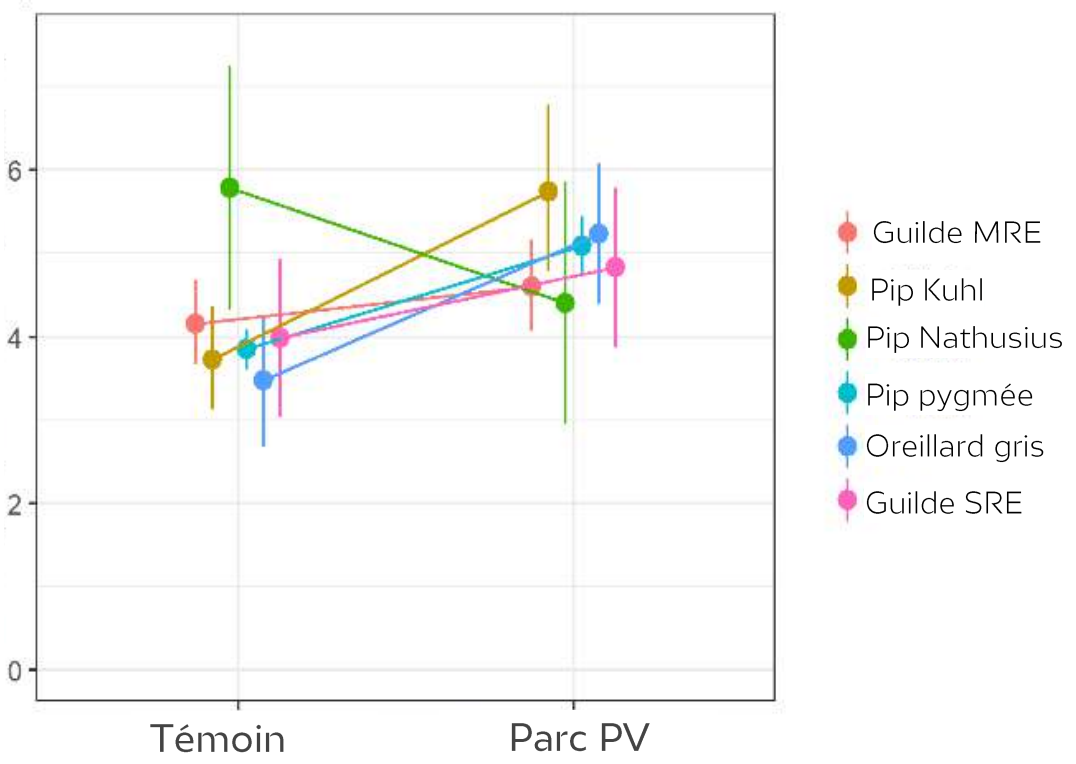
Trajectographie 3D

Vitesses moyennes et minimums des trajectoires plus élevées sur les parcs par rapport aux sites témoins

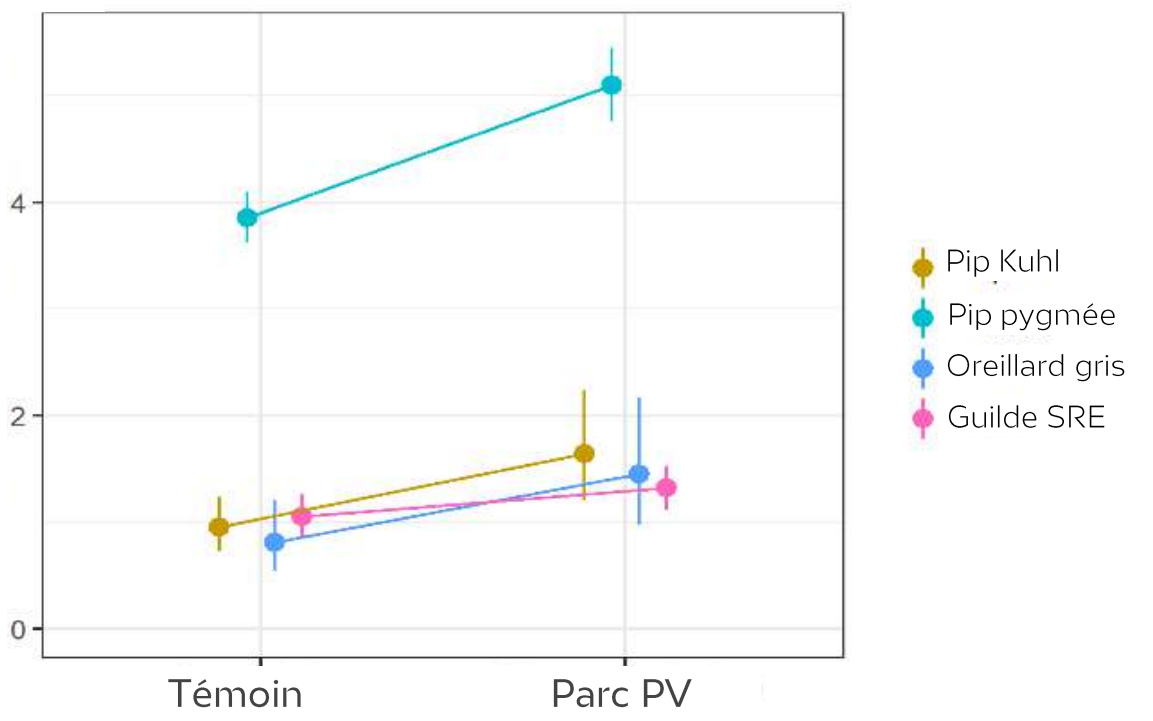
↗ vitesse = ↘ activité de chasse

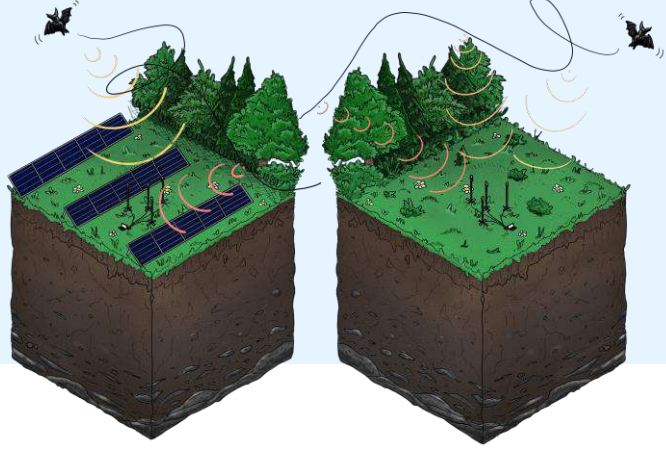
Exception de la pipistrelle de Nathusius

Vitesse moyenne prédite de la trajectoire (m/s)

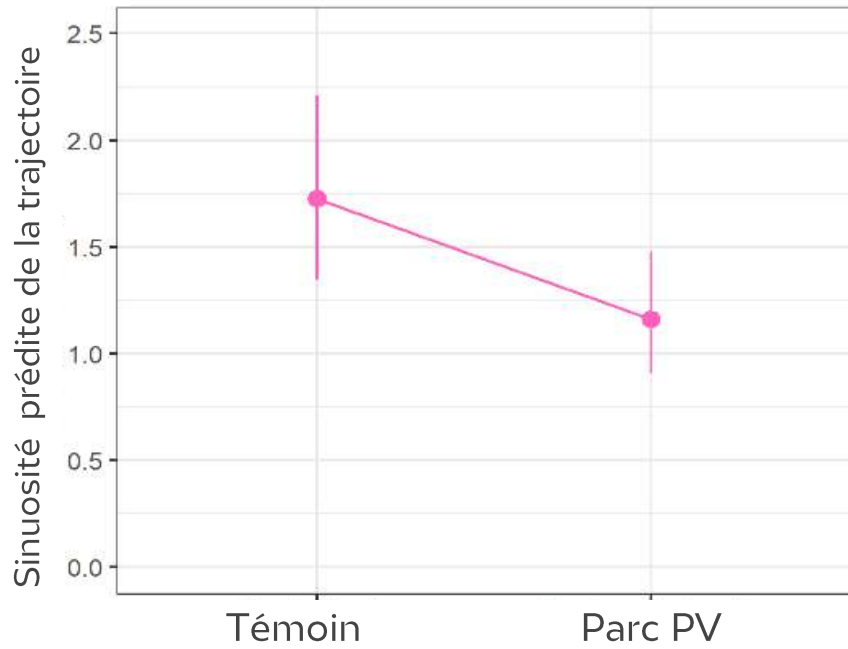


Vitesse minimale prédite de la trajectoire (m/s)





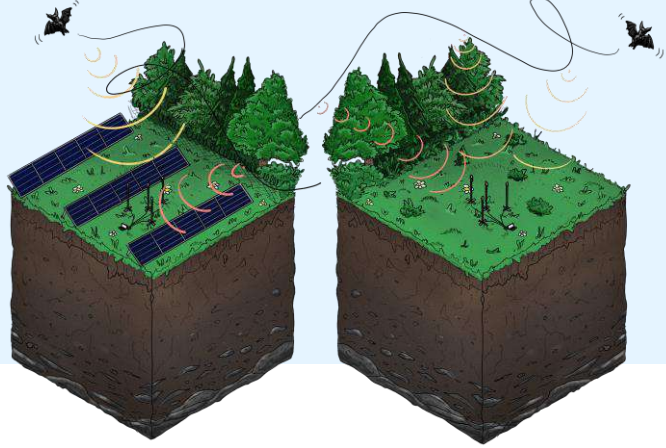
Trajectographie 3D



◆ Gilde SRE

Sinuosité de la trajectoire plus faible sur les parcs par rapport aux sites témoins

↘ sinuosité = ↘ activité de chasse

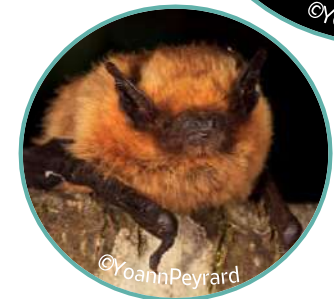


Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

Conclusion

	Proba de buzz		Vitesse		Sinuosité
	Moyenne	Maximale	Moyenne	Minimale	
MRE	↓		↑		
Pipistrelle de Nathusius	↓		↓		
Pipistrelle commune	↓	↓			
Pipistrelle de Kuhl			↑	↑	
Pipistrelle pygmée			↑	↑	
SRE			↑	↑	↓
Oreillard gris			↑	↑	

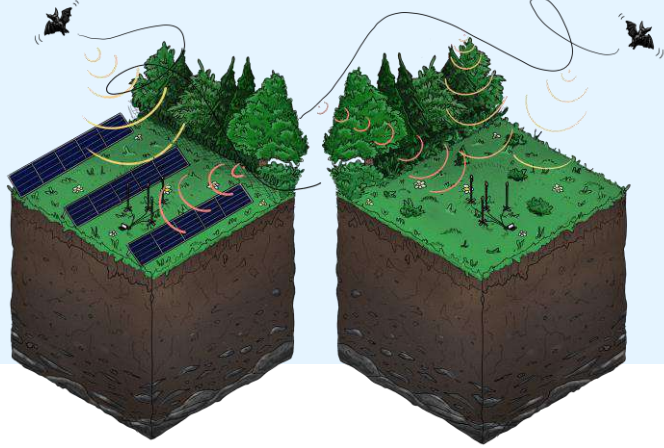


OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



Agir pour
la biodiversité





Trajectographie 3D

Etude du comportement de vol des chiroptères

Conclusion

Conclusion

Barré & Baudouin *et al.*, en révision pour Journal of Applied Ecology

Le comportement de vol de plusieurs espèces/guildes de chauves-souris est impacté par la présence de parcs photovoltaïques, indiquant un effet généralisé et hautement significatif avec une augmentation de la vitesse de 30% pour la pipistrelle de Kuhl

Sur les parcs, les chauves-souris chassent significativement moins que sur les zones témoins

Ces résultats corroborent ceux à l'échelle paysagère, avec une grande cohérence de réponse entre espèces



**Merci pour votre
attention !**

Trajectographie

Modélisation

Response variable	Taxa	Solar vs. control sites	Distribution	delta AIC	N
Mean trajectory flight speed	Mid-range echolocators	0.162±0.052***	Gaussian	-7.5	1,029
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.232±0.190	Gaussian	0.5	111
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.715±0.147***	Gaussian	-21.0	132
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-0.440±0.091***	Gaussian	-21.0	377
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0.445±0.065***	Gaussian	-40.8	400
	Long-range echolocators	-0.047±0.133	Gaussian	1.9	109
	<i>Nyctalus leisleri</i>	-0.225±0.141	Gaussian	-0.5	89
	Short-range echolocators	0.270±0.109*	Gaussian	-4.1	107
	<i>Myotis</i> spp.	-0.358±0.213	Gaussian	-0.8	56
	<i>Plecotus austriacus</i>	0.561±0.137***	Gaussian	-14.2	41
Minimum trajectory flight speed	Mid-range echolocators	0.054±0.048	Gaussian	-315.0	1,029
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-0.247±0.182	Gaussian	-72.1	111
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.566±0.122***	Gaussian	-102.7	132
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	0.139±0.095	Gaussian	31.9	377
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0.126±0.066	Gaussian	-102.7	400
	Long-range echolocators	0.097±0.124	Gaussian	-33.7	109
	<i>Nyctalus leisleri</i>	0.069±0.104	Gaussian	-117.9	89
	Short-range echolocators	0.266±0.074***	Gaussian	-211.7	107
	<i>Myotis</i> spp.	0.061±0.143	Gaussian	-135.1	56
	<i>Plecotus austriacus</i>	0.612±0.137***	Gaussian	12.1	41
Trajectory sinuosity	Mid-range echolocators	0.042±0.072	Gaussian	1.7	1,011
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0.410±0.205*	Gaussian	-1.9	102
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	0.171±0.200	Gaussian	1.3	132
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-0.211±0.116	Gaussian	-1.3	369
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0.154±0.101	Gaussian	-0.3	398
	Long-range echolocators	-0.128±0.189	Gaussian	1.5	116
	<i>Nyctalus leisleri</i>	-0.118±0.204	Gaussian	1.7	95
	Short-range echolocators	-0.414±0.184*	Gaussian	-2.6	112
	<i>Myotis</i> spp.	-0.549±0.250*	Gaussian	-0.4	59
	<i>Plecotus austriacus</i>	-0.264±0.310	Gaussian	1.3	43
Mean trajectory buzz probability	Mid-range echolocators	-0.197±0.049***	Beta	-14.6	1,067
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-0.517±0.168**	Beta	-7.1	116
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	-0.196±0.118	Beta	-0.9	137
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-0.260±0.090**	Beta	-6.6	384
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	-0.050±0.074	Beta	1.5	420
	Long-range echolocators	-0.221±0.157	Beta	0.0	117
	<i>Nyctalus leisleri</i>	-0.293±0.175	Beta	-0.8	96
	Short-range echolocators	0.120±0.108	Beta	0.8	113
	<i>Myotis</i> spp.	0.159±0.128	Beta	0.5	60
	<i>Plecotus austriacus</i>	-0.229±0.136	Beta	-0.7	43
Maximum trajectory buzz probability	Mid-range echolocators	-0.019±0.062	Beta	1.9	1,067
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	-0.413±0.204*	Beta	-2.2	116
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	-0.003±0.157	Beta	2.0	137
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	-0.151±0.114	Beta	0.2	384
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	0.122±0.092	Beta	0.2	420
	Long-range echolocators	-0.142±0.171	Beta	1.3	117
	<i>Nyctalus leisleri</i>	-0.195±0.187	Beta	0.9	96
	Short-range echolocators	0.046±0.122	Beta	1.9	113
	<i>Myotis</i> spp.	0.103±0.148	Beta	1.5	60
	<i>Plecotus austriacus</i>	-0.229±0.163	Beta	0.1	43

$$S_t = \frac{\sum_{i=2}^N \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2 + (z_i - z_{i-1})^2}}{\sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2 + (z_N - z_1)^2}}$$

where x , y and z represent distances to the microphone 1 for each of the three-dimension axis, N is the last position of the trajectory t while 1 is the first one, and i is the number of each individual position starting from the second one.

When computing average flight speed of trajectories, we filtered out positions with flight speed > 20 m/s as higher values were unlikely [27], which led to removing 25.5% of positions and 2% of trajectories. Similarly, we filtered out trajectories with a sinuosity value higher than the 95% quantile of this metric (i.e. a value of 70), to eliminate outliers.