

# Rapport de suivi biologique

Biomasse comparative 2019-2024  
des insectes nocturnes dans les sites protégés par la Fiducie





## Résumé

Nous avons comparé les résultats d'inventaires d'insectes nocturnes en 2019 et en 2024 sur les propriétés protégées de la Fiducie de conservation des écosystèmes de Lanaudière (FiCEL) à partir d'un jeu de données de 27 stations d'échantillonnage permanentes. La biomasse des insectes récoltés par pièges lumineux a été légèrement plus élevée en 2024 comparativement à 2019, soit respectivement 180,93 g (au total) contre 120,49 g, pour une moyenne par station de récolte de 6,7012 g en 2024, contre 4,4627 g en 2019. Il n'y a toutefois aucune différence statistiquement significative entre les résultats de ces deux périodes de récolte (test de  $t$  apparié à  $t = -1,7542$ ,  $P = 0,09117$ ). Aucun changement notable n'est survenu à l'échelle locale dans les propriétés protégées de la FiCEL. Les fluctuations des conditions météo lors des nuits de cueillette ont un effet significatif sur la biomasse mesurée, les nuits les plus chaudes étant les plus propices à des récoltes plus importantes. C'était le cas en 2019, et ce l'est tout autant en 2024. Les relations significatives dans les régressions linéaires simples mettent en relation la biomasse récoltée (en log) et la température moyenne journalière (en log) :  $r^2 = ,3316$  et  $P = 0,00099$  en 2019 ;  $r^2 = ,2842$  et  $P = 0,00247$  en 2024). Enfin, un facteur explicatif à l'échelle du paysage, la présence d'infrastructures linéaires dans un rayon d'un km autour des sites de récolte, a toujours un rôle significatif à jouer : les stations les plus éloignées des routes étant celles montrant les biomasses les plus élevées, tout autant en 2019 qu'en 2024. Un modèle de régression multiple incluant la température moyenne journalière (en log) et l'éloignement d'une infrastructure linéaire (en log) illustre également ce résultat significatif en 2024 ( $r^2 = ,3831$  et  $P = 0,00116$ ).

---

## Référence à citer

Fiducie de conservation des écosystèmes de Lanaudière. 2025. *Rapport de suivi biologique : Biomasse comparative 2019-2024 des insectes nocturnes dans les sites protégés par la Fiducie*. 13 pages et annexe.





## **Introduction**

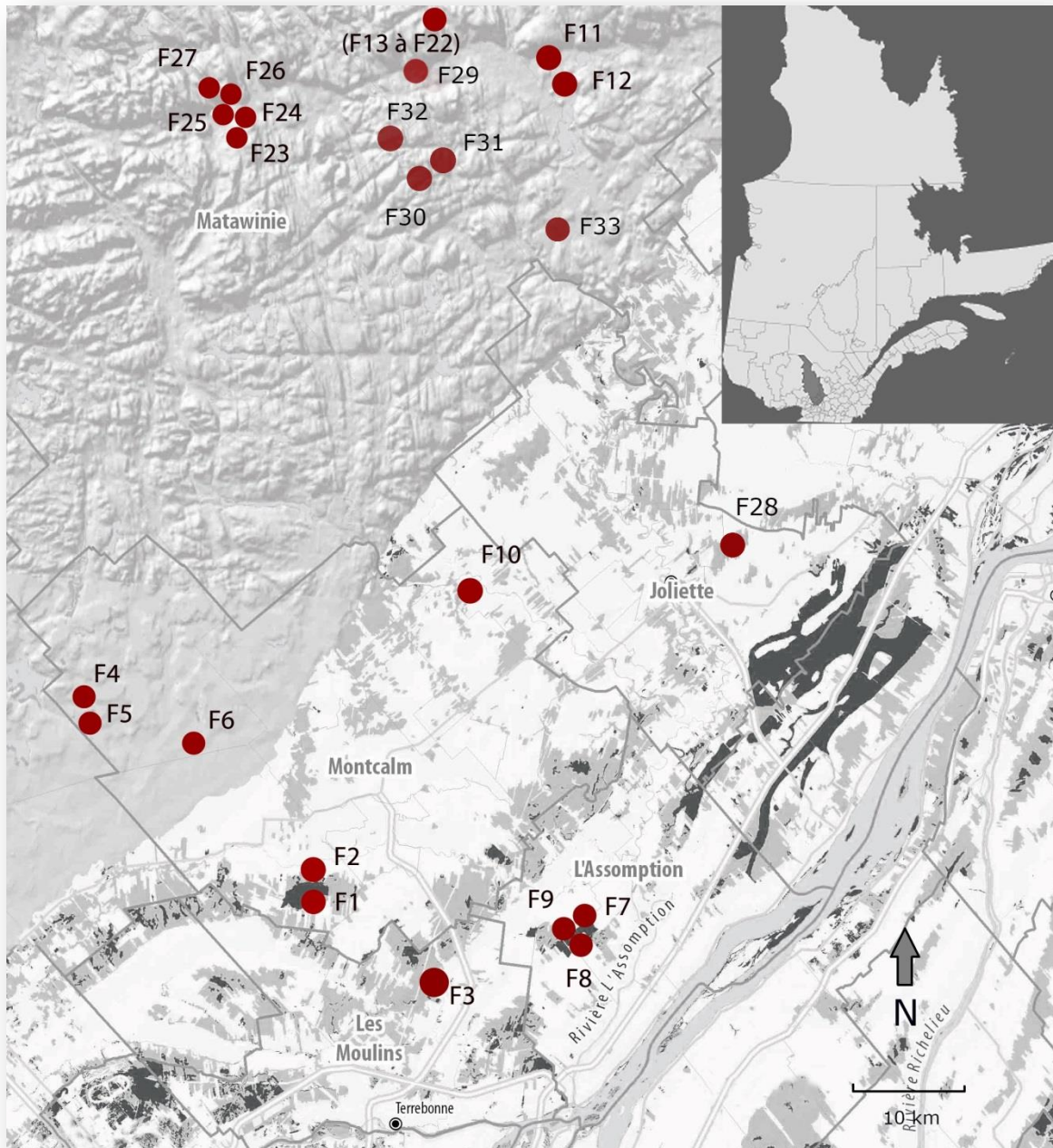
De manière à suivre l'évolution des conditions locales d'habitat et, plus globalement, l'intégrité écologique des territoires mis en conservation par la FiCEL, le protocole de suivi biologique de la Fiducie (FiCEL, 2018), adopté par le collège fiduciaire en 2018, balise les méthodes et les pas d'échantillonnage des inventaires fauniques et floristiques à réaliser au sein de ses sites protégés.

Les inventaires fauniques doivent ainsi être réalisés aux cinq ans. Les premiers inventaires d'insectes nocturnes ayant eu lieu à l'été 2019, le même protocole a été reproduit en 2024 avec, comme seule différence notable, l'ajout de 6 nouvelles stations d'inventaires au corpus initial de 27 (pour un total de 33 stations en 2024).

## **Matériel et méthodes**

Dans la mesure où les sites protégés actuellement par la FiCEL sont répartis selon un gradient du sud au nord s'étalant sur le tiers le plus méridional de la région de Lanaudière, soit de 45° 46' 36" N. à 46° 22' 35" N., les stations couvrent des milieux terrestres variés dans la plaine, sur le piémont et le plateau laurentien, à différentes altitudes, conditions de drainage et compositions des sols (milieux ouverts ou fermés ; sols secs, humides ou mésiques ; types de dépôts organique ou minéral, etc.).

Afin de réaliser des analyses statistiques examinant sommairement les deux périodes d'inventaires (2019 et 2024), c'est le corpus de 27 stations de l'inventaire de 2019 qui a été utilisé à des fins comparatives entre les campagnes (figure 1 ; tableau 1).



**Figure 1.** Localisation des 33 stations permanentes d'échantillonnage de la Fiducie. À des fins comparatives, 27 stations de ce corpus ont été utilisées pour les analyses statistiques.



**Tableau 1.** Altitudes et peuplements forestiers des 27 stations d'inventaires de la Fiducie utilisées pour les analyses (la station F21, non inventoriée en 2019, a été retranchée des analyses).

<b>Station</b>	<b>Territoire protégé</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>peuplement forestier principal</b>
F1	Tourbière Sainte-Henriette	65	érablière rouge à feuillus intolérants
F2	Tourbière Sainte-Henriette	67	érablière rouge
F3	Bois de Mascouche	59	érablière rouge à pruche et feuillus tolérants
F4	Tourbières de la rivière l'Achigan	188	érablière sucrière à feuillus tolérants
F5	Tourbières de la rivière l'Achigan	188	sapinière à feuillus et autres résineux
F6	Bois de Saint-Calixte	153	sapinière à feuillus et autres résineux
F7	Boisé des Terres noires	25	peupleraie à peuplier faux-tremble et feuillus intolérants
F8	Boisé des Terres noires	25	forêt décidue à feuillus intolérants
F9	Boisé des Terres noires	24	forêt décidue à feuillus intolérants
F10	Corridor de biodiversité de la forêt Ouareau	58	érablière rouge à noyer cendré et autres feuillus intolérants
F11	Méandres de la rivière Noire	211	érablière argentée
F12	Méandres de la rivière Noire	208	érablière argentée (en régénération)
F13	Vallée de la rivière Noire	314	bétulaie jaune
F14	Vallée de la rivière Noire	319	bétulaie jaune
F15	Vallée de la rivière Noire	317	bétulaie jaune
F16	Vallée de la rivière Noire	312	peupleraie à peuplier faux-tremble et résineux
F17	Vallée de la rivière Noire	305	sapinière à feuillus intolérants
F18	Vallée de la rivière Noire	308	sapinière à feuillus intolérants
F19	Vallée de la rivière Noire	372	érablière à feuillus tolérants et sapin baumier
F20	Vallée de la rivière Noire	387	érablière à bouleau jaune et résineux
F22	Vallée de la rivière Noire	342	bétulaie jaune à sapin baumier
F23	Érablière à bouleau jaune	383	pessière blanche
F24	Érablière à bouleau jaune	369	sapinière à épinette blanche et aulnaie
F25	Érablière à bouleau jaune	385	pessière blanche à sapin baumier (aulnaie à proximité)
F26	Érablière à bouleau jaune	391	pessière blanche
F27	Érablière à bouleau jaune	395	érablière rouge à feuillus intolérants
F28	Érablière à tilleul	58	érablière sucrière à feuillus tolérants sur affleurement calcaire



Des pièges lumineux de type Luminoc® (figure 2) ont été utilisés pour capturer les spécimens (Hébert et collab., 2000), à raison de trois nuits d'inventaires par station.



**Figure 2.** Piège lumineux de type Luminoc® utilisé pour capturer les spécimens dans les stations d'inventaires permanentes. (Crédit photo : FiCEL)

Attirés par la lumière, les spécimens tombaient dans un réceptacle contenant une solution d'eau (45 %), de vinaigre (5 %) et d'alcool éthylique dénaturé (50 %). Les insectes récoltés ont ensuite été transférés dans une solution d'alcool à 80 % pour permettre leur conservation à long terme.

Les échantillons ont été pesés à l'aide d'une balance scientifique, à une précision de 0,0000 g (© Ohaus, modèle AV114 – AdventurerPro). Lors de la pesée réalisée en laboratoire, les échantillons, préalablement égouttés pendant 10 secondes (Hallmann et collab., 2017), ont été déposés sur la balance; la lecture de la biomasse de l'échantillon a été faite à la dixième seconde suivant le dépôt sur la surface de contact avec la balance, de manière à s'assurer de l'uniformité du taux d'humidité dans les échantillons.



Les données météo de chaque journée d'inventaire ont été extraites des registres des stations météo d'Environnement Canada de L'Assomption (pour les stations F1 à F10 et F28) et de Saint-Michel-des-Saints (pour les stations F11 à F27) :

[https://climat.meteo.gc.ca/historical\\_data/search\\_historic\\_data\\_f.html](https://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html)

### Analyses statistiques

Des tests de  $t$  appariés ont été utilisés pour comparer les deux jeux de données (2019 VS 2024), à la fois pour les données de biomasse d'insectes que pour les moyennes de température journalière, et ce, après avoir vérifié que les conditions pour de tels traitements statistiques étaient respectées (Quinn et Keough, 2002). Pour ce faire, toutes les données ont été transformées en log pour satisfaire les conditions de normalité.

Des régressions linéaires simples ont servi à mesurer l'effet de la température sur les biomasses récoltées en 2019 et 2024, et des régressions linéaires multiples, servant à contrôler pour la variable de température, ont été entreprises pour confirmer (ou non) l'effet significatif des infrastructures linéaires sur le poids des échantillons tel que mesuré en 2019.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (version 4.0.2, R Core Team 2020).

## **Résultats**

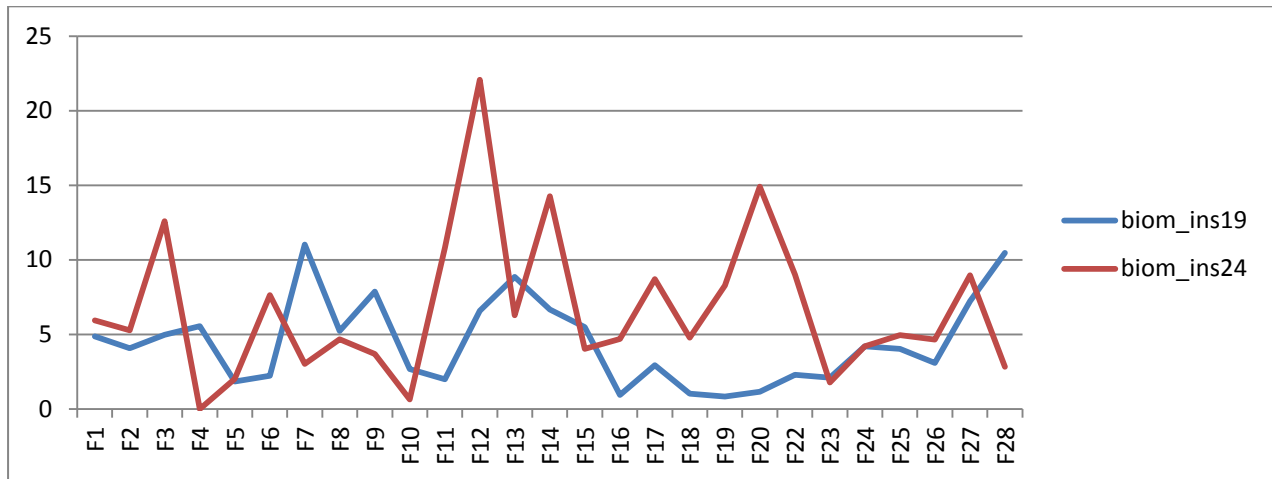
De station en station, la biomasse en insectes nocturnes varie considérablement d'une période d'inventaire à une autre (figure 3) – les stations les plus riches en 2019 n'étaient pas nécessairement les plus riches en 2024.

La biomasse des insectes récoltés par pièges lumineux a été légèrement plus élevée en 2024 comparativement à 2019, soit respectivement 180,93 g (au total) contre 120,49 g, pour une moyenne par station de récolte de 6,7012 g en 2024, contre 4,4627 g en 2019.

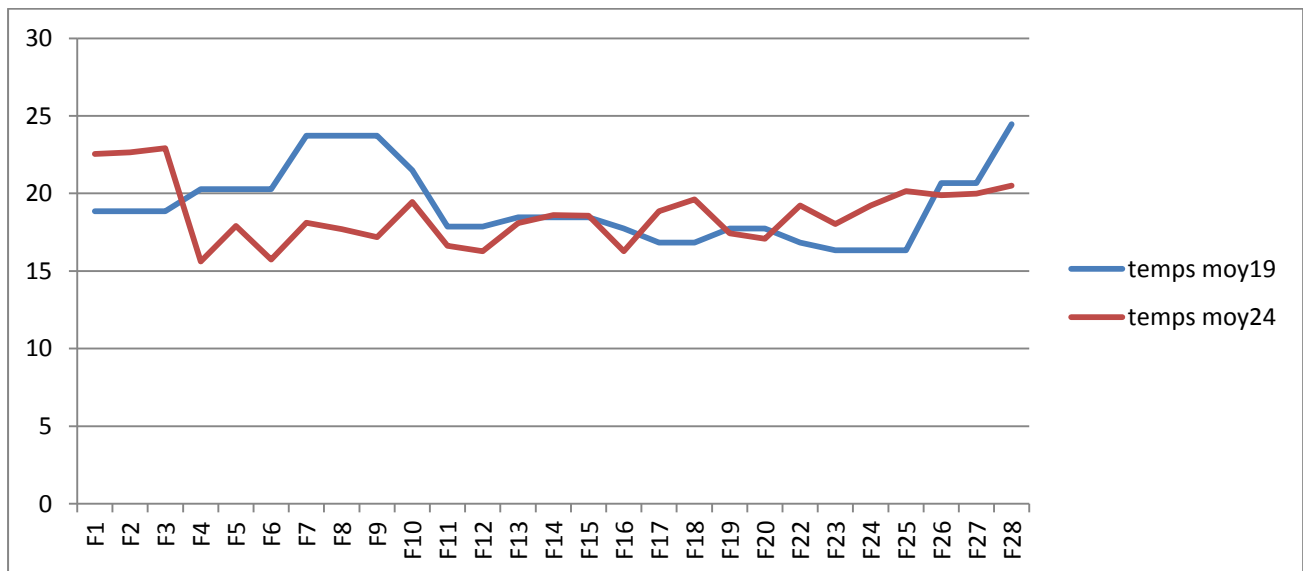




On remarque qu'en 2024, les stations situées sur le piémont et sur le Bouclier canadien (F11 à F27) ont été nettement plus productives qu'en 2019, la température moyenne journalière (figure 4) ayant ici joué un rôle dans les récoltes (voir la section CONDITIONS MÉTÉO ci-après).



**Figure 3.** Les deux campagnes d'inventaires d'insectes nocturnes montrent une grande variabilité de biomasse récoltée entre 2019 (en bleu) et 2024 (en rouge). (Données brutes avant transformation logarithmique).

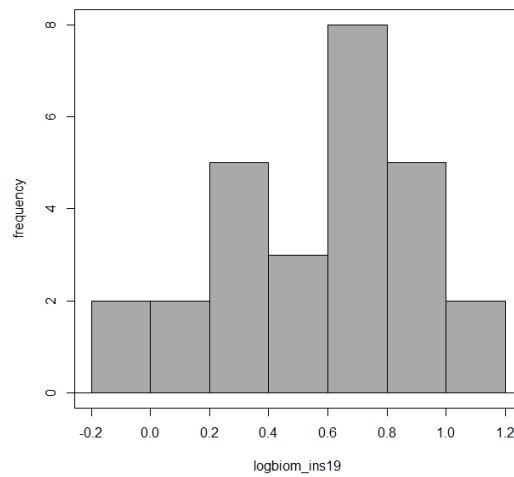


**Figure 4.** Lors des récoltes 2024 dans les stations F13 à F25, la température moyenne journalière (en °C) a été généralement supérieure à celle de la campagne 2019, un facteur explicatif potentiel des biomasses élevées récoltées en 2024 dans ces stations (voir la section CONDITIONS MÉTÉO).

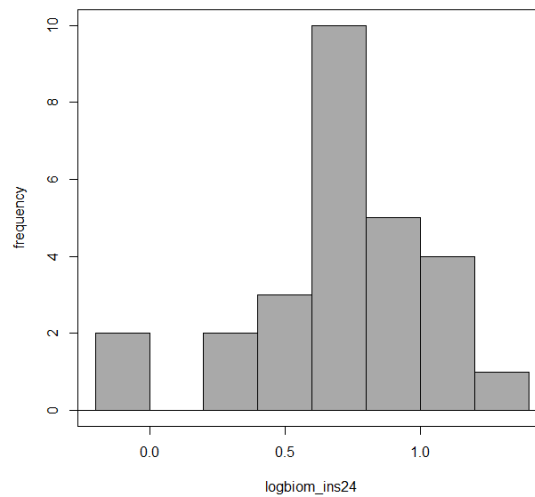




Pour parvenir à obtenir la normalité des distributions de fréquence des données des deux campagnes (2019 VS 2024), les données de biomasse ont été transposées en log (figure 5) pour ensuite être comparée par un test de  $t$  apparié.



a)



b)

**Figure 5.** Normalité des données : a) en 2019 (Shapiro-Wilk :  $W = 0,95526$  ;  $P = 0,2867$ ) ; b) en 2024 (Shapiro-Wilk :  $W = 0,96252$  ;  $P = 0,4211$ ).



Le test de  $t$  a révélé l'absence de différence statistiquement significative entre les résultats de ces deux périodes de récolte ( $t = -1,7542$ ,  $P = 0,09117$ ).

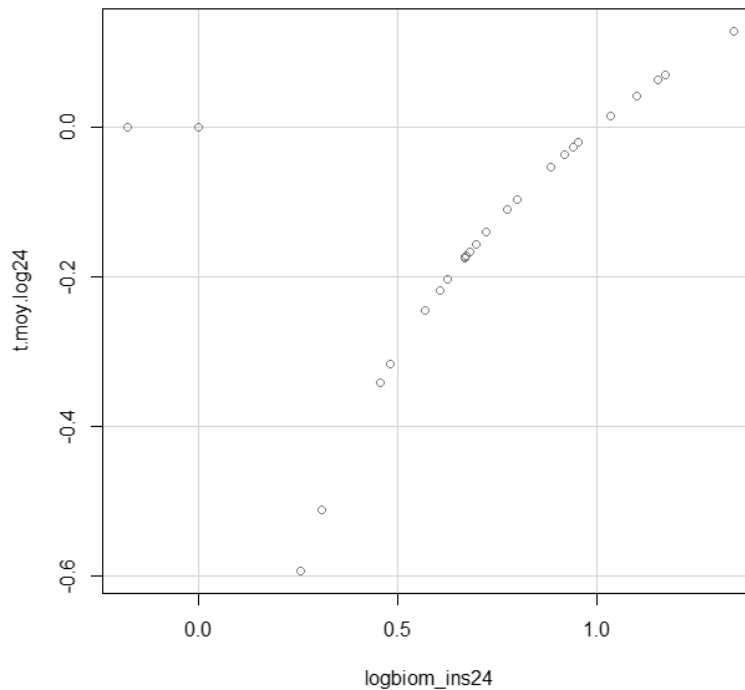
Par ailleurs, et pas davantage qu'en 2019, il n'existe de relation significative entre la diversité des végétaux vasculaires en station et la biomasse récoltée ( $r^2 = ,0003$  et  $P = 0,2042$ )

Des facteurs externes (principalement les conditions météo de la période d'inventaire et la présence de routes dans un rayon d'un km) semblent expliquer les différences mesurées à l'échelle des stations.

### Conditions météo

Les fluctuations des conditions météo lors des nuits de cueillette ont un effet significatif sur la biomasse mesurée, les nuits les plus chaudes étant les plus propices à des récoltes plus importantes. C'était le cas en 2019, et ce l'est tout autant en 2024 (figure 6).

Les relations significatives dans les régressions linéaires simples mettent en relation la biomasse récoltée (en log) et la température moyenne journalière (en log) :  $r^2 = ,3316$  et  $P = 0,00099$  en 2019 ;  $r^2 = ,2842$  et  $P = 0,00247$  en 2024, figure 6). Ainsi, la température lors des deux inventaires expliquerait respectivement 33,16% et 28,42% de la biomasse récoltée lors de ces deux campagnes.



**Figure 6.** Régression linéaire simple entre la biomasse récoltée (en log) et la température moyenne journalière (en log) :  $r^2 = ,2842$  et  $P = 0,00247$

Enfin, un facteur explicatif à l'échelle du paysage – la présence d'infrastructures linéaires dans un rayon d'un km autour des sites de récolte –, a toujours un rôle significatif à jouer : les stations les plus éloignées des routes étant celles montrant les biomasses d'insectes les plus élevées, tout autant en 2019 qu'en 2024.

Un modèle de régression multiple contrôlant pour l'effet de la température moyenne journalière (en log), montre que l'éloignement d'une infrastructure linéaire (en log) explique 38,31% de la biomasse récoltée en 2024 ( $r^2 = ,3831$  et  $P = 0,00116$ ).



## Discussion

Aucun changement notable n'est survenu à l'échelle locale dans les propriétés protégées de la FiCEL entre 2019 et 2024. Le maintien d'une biomasse locale constante en insectes des milieux protégés par l'organisme est bon signe, la productivité du niveau trophique inférieur étant à la base de la diversité fonctionnelle et systémique des niveaux trophiques supérieurs.

Il est évident qu'une seule comparaison entre deux pas d'échantillonnage temporel ne permet pas de statuer sur le maintien (ou non) des populations d'insectes des territoires protégés de la Fiducie. C'est avec la récurrence des prises de données, avec une répétition du protocole aux cinq ans, sur une série temporelle plus longue, qu'il sera possible de donner un signal non équivoque d'une tendance à long terme quant aux effectifs des populations animales ou du maintien de l'intégrité écologique des territoires protégés par la FiCEL.





## Références

[FCEL] Fiducie de conservation des écosystèmes de Lanaudière, 2018. Plan de suivi biologique des propriétés de la FCEL 2018-2028. Fiducie de conservation des écosystèmes de Lanaudière, Joliette, 15 p. et annexes.

HALLMANN, C.A., M. SORGE, E. JONGEJANS, H. SIEPEL, N. HOFLAND et H. SCHWAN, 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.

HÉBERT, C., L. JOBIN, M. FRÉCHETTE, G. PELLETIER, C. COULOMBE, C. GERMAIN et M. AUGER, 2000. An efficient pit-light trap to study beetle diversity. *Journal of Insect Conservation* 4 : 191-202.

QUINN, G.P. et M.J. KEOUGH, 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Royaume-Uni, 537 p.

R CORE TEAM, 2020. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.



## Annexe 1

### Sorties des résultats d'analyses dans R

#### Normalités des données une fois transformées (log)

```
data: logbiom_ins19  
W = 0.95526, p-value = 0.2867
```

```
data: logbiom_ins24  
W = 0.96252, p-value = 0.4211
```

#### Test de t apparié entre la biomasse 2019 (log) et celle de 2024 (log)

Paired t-test

```
data: logbiom_ins19 and logbiom_ins24  
t = -1.7542, df = 26, p-value = 0.09117
```

#### Régressions linéaires simples 2019 et 2024 entre la biomasse (log) et la température moyenne journalière (log)

```
lm(formula = logbiom_ins19 ~ t.moy.log19, data = Dataset)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.76839	-0.10143	0.02945	0.16741	0.33698

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	0.69642	0.06393	10.893	5.55e-11	***
t.moy.log19	0.49274	0.13218	3.728	0.000993	***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2614 on 25 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.3573, Adjusted R-squared: 0.3316  
F-statistic: 13.9 on 1 and 25 DF, p-value: 0.0009932



```
lm(formula = logbiom_ins24 ~ t.moy.log24, data = Dataset)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.04040	0.00322	0.03261	0.11377	0.33704

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	0.86008	0.07157	12.018	6.96e-12	***
t.moy.log24	1.14276	0.33960	3.365	0.00247	**

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2947 on 25 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.3117, Adjusted R-squared: 0.2842  
F-statistic: 11.32 on 1 and 25 DF, p-value: 0.002473

### Régression multiple 2024 entre la biomasse (en log) et la distance (en log) à une infrastructure linéaire

```
lm(formula = logbiom_ins24 ~ logdis + t.moy.log24, data = Dataset)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.99632	-0.08799	0.09790	0.16665	0.24683

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	0.1168	0.3388	0.345	0.733176	
logdis	0.2985	0.1334	2.237	0.034811	*
t.moy.log24	1.2831	0.3215	3.992	0.000538	***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2736 on 24 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.4305, Adjusted R-squared: 0.3831  
F-statistic: 9.072 on 2 and 24 DF, p-value: 0.001163