

ESSAIS EXPLORATOIRES POUR ÉVALUER LES BÉNÉFICES DU TOURNESOL SUR
L'ABONDANCE, LA NUTRITION ET LA SANTÉ DES POLLINISATEURS DANS LES BLEUETIÈRES
QUÉBÉCOISES

Projet n° 6938216

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2021 / MAI 2022

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Mathilde Tissier (Université Bishop's/Université Laval), **Aurélie Demers** (Université Laval) et **Valérie Fournier** (Université Laval)

01/02/2022

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ESSAIS EXPLORATOIRES POUR ÉVALUER LES BÉNÉFICES DU TOURNESOL SUR L'ABONDANCE, LA NUTRITION ET LA SANTÉ DES POLLINISATEURS DANS LES BLEUETIÈRES QUÉBÉCOISES

NUMÉRO DU PROJET : 6938216

RÉSUMÉ DU PROJET

Plusieurs espèces de polliniseurs sauvages, dont des abeilles et des bourdons, essentiels pour la pollinisation de nombreuses cultures, sont en fort déclin au Canada. La perte d'habitat, les carences nutritionnelles et les infections parasitaires sont identifiées parmi les principales causes de ce déclin. L'objectif principal de ce projet est d'améliorer la santé nutritionnelle des polliniseurs via l'intégration du tournesol dans les bleuetières du Québec. Pour cela, nous avons réalisé des essais de bandes fleuries de tournesol en milieux de culture de bleuets dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean et avons évalué les bénéfices associés sur l'abondance, la diversité des polliniseurs et la santé des bourdons. Le tournesol possède d'importantes propriétés nutritives et médicinales pour les bourdons, en faisant une plante de choix pour ce genre d'essais. Nous avons sélectionné quatre sites en bleuetières à proximité d'Alma, chacun éloigné de >500m. Nous avons transplanté des bandes de tournesols nains de manière à former des bandes fleuries en bordure de champ dans deux d'entre-elles, alors que deux autres sites témoins ne contenaient aucun tournesol. Nous avons réalisé des captures au filet dans les quatre bleuetières pour 1) évaluer la diversité et l'abondance des principaux groupes de polliniseurs, et 2) la santé des bourdons via des mesures de charge parasitaire. Les résultats révèlent une bonne performance du tournesol en bleuetières, ainsi que la nécessité d'avoir un ensoleillement maximal pour les plants. Le tournesol s'avère attractif pour les abeilles indigènes, augmentant leur abondance d'un facteur 2. Concernant la charge parasitaire des bourdons, il semble y avoir une réponse différentielle en fonction du parasite considéré (*Nosema spp.* ou *Crithidia spp.*) et de la caste (reine ou ouvrière). Les ouvrières semblent plus infectées à *Crithidia spp.* que les reines. Nous avons observé une tendance à la diminution de la charge parasitaire de *Crithidia spp.* chez les ouvrières en présence de tournesol. Les jeunes reines émergeant en été sont plus infectées à *Nosema spp.* que les ouvrières ou les reines de printemps, notamment celle de l'espèce menacée *Bombus terricola*. Nous n'avons pas observé d'effets du tournesol sur l'abondance de *Nosema* chez les reines ou les ouvrières (plus de résultats sont disponibles dans le rapport).

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Objectifs - L'objectif principal de ce projet est d'améliorer la santé nutritionnelle des polliniseurs via l'intégration du tournesol dans les bleuetières du Québec.

Les sous-objectifs en lien avec ces essais pilotes étaient d'évaluer:

- la faisabilité de semer des bandes de tournesol en sol acide et dans une région avec une contrainte climatique pour la floraison.

- le bénéfice de bandes de tournesol sur la présence et l'abondance de pollinisateurs sauvages.
- si la présence de bandes de tournesol a un effet bénéfique sur la santé des bourdons sauvages.

Méthodologie - Des bandes de tournesol (2m de large sur 10m de long en périphérie des champs ; 1 bande de tournesol/site) ont été créées sur deux sites, 2 autres sites à >500m de distance étant conservés comme sites témoins. Nous avons sélectionné des variétés de tournesol nains (*Big Smile* et *Sunspot*), afin de maximiser la floraison et de réduire la durée avant l'apparition des premières fleurs. Les plants ont été produits en chambre de croissance et transplantés au champ le 1^{er} juin et répartis aléatoirement sur chaque site (pour un total de 25 plants/site). Les plants ont été fertilisés deux fois dans l'été, le 16 juin et le 29 juin, avec du fumier de poulet (5-3-2) au sol et une solution d'émulsion de poisson (2-4-0,5) sur le feuillage.

Un suivi de la santé des bourdons a été effectué aux deux semaines de début-juin à mi-septembre, afin d'avoir un état initial du statut de santé des ouvrières et des reines avant floraison du tournesol et d'évaluer si les bénéfices se poursuivent après la floraison. Pour cela, chaque individu appartenant au genre *Bombus spp.* a été identifié à l'espèce et placé pendant 30 min dans une boîte de pétri afin de collecter des fèces qui ont par la suite été analysées au microscope (grossissement x400) afin d'évaluer la charge parasitaire (nombre de spores de *Critidilia spp.* et de *Nosema spp.*) des individus. Nous avons réalisé des captures au filet (en périphérie et au milieu des champs de bleuets) pour évaluer la diversité et l'abondance des abeilles indigènes (identifiées au genre) lors du pic de floraison du tournesol. Le fauchage a eu lieu le 13 juillet. Deux personnes ont fait un fauchage avec un filet pendant dix minutes sur chaque parcelle, pour ensuite mettre les insectes dans un sac. Les hyménoptères d'intérêt ont été épinglés et identifiés au genre, alors que les diptères d'intérêt ont été identifiés à la famille.

Analyses – nous avons analysé l'effet du tournesol sur la charge parasitaire des bourdons en réalisant des GLMs (Poisson ou quasi-poisson en cas de surdispersion) avec en variable réponse la quantité de cellules de *Critidilia spp.* (GLM, quasi-poisson) ou la quantité de spores de *Nosema spp.* (GLM, poisson). Nous avons ajouté en effets fixes le traitement (tournesol ou témoin), le relevé (1 à 8; 1 correspondant à la date du 1^{er} juin et 8 à celle du 9 septembre), l'espèce de bourdons, la caste (reine ou ouvrière), le site et l'interaction traitement*relevé.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

1. Objectif 1 : valider la capacité du tournesol à pousser dans les bleuetières du SLSJ.

Les premières fleurs ont été observées le 23 juin aux deux sites contenant du tournesol (sites 2 et 4). Au moment de la pleine floraison, le 28 juillet, on comptait en moyenne 3 fleurs par plant au site 2, et 1,3 fleurs par plant au site 4 (figure 1). Un maximum de 10 fleurs/plant a été observé au cours de la saison. Le 9 septembre (dernier relevé), il ne restait que 2 fleurs sur le site 4 et la floraison était terminée au site 2. La durée de la floraison s'est donc étendue du 23 Juin au 9 Septembre.



Figure 1 : Succès de floraison du tournesol sur les deux sites ensemencés (site 2 à gauche : plein ensoleillement; site 4 à droite : ombragé). Les deux photos ont été prises à la même date et font état de la différence de floraison relevée entre les 2 sites le 28 Juillet (3 fleurs/plant en moyenne sur le site 2 et 1.3 fleurs/plant sur le site 3).

Éléments de discussion : Il est à noter que la parcelle du site 4 se trouvait près d'une bordure forestière et que les plants étaient à l'ombre une partie de la journée. Les plants de ce site ont d'ailleurs eu moins de fleurs et ont eu une perte de vigueur autour de la fin juillet. Il est probable que l'état des plants soit sujet à l'ensoleillement reçu, le tournesol étant une culture nécessitant un plein ensoleillement. Une autre hypothèse pour expliquer la différence de floraison entre les 2 sites serait le développement d'une maladie fongique sur le tournesol sur le site 4 uniquement (l'ensoleillement pouvant également jouer sur ce paramètre).

2. Objectif 2 : bénéfices du tournesol sur la diversité et l'abondance des pollinisateurs indigènes

A. Diversité

Nous n'avons relevé aucune différence entre les sites tournesols et les sites témoins. Nous avons répertorié 7 genres d'abeilles indigènes différentes sur les sites témoin, et 6 genres différents sur les parcelles avec tournesols. Le tableau 1 en annexe I montre en détails les différents genres capturés selon le site et le traitement associé. Fait important, 87,6% des abeilles collectées appartenaient au genre *Lasioglossum*.

Éléments de discussion : la présence de tournesol ne semble pas avoir influencé la diversité des pollinisateurs retrouvés sur les sites. À noter qu'un groupe dominait dans nos relevés : les abeilles du genre *Lasioglossum*. Lors d'une étude menée dans les bleuetières du Lac-Saint-Jean en 2014, 44% des hyménoptères collectées étaient du genre *Lasioglossum* [1]. Cette étude semblait d'ailleurs supporter l'hypothèse que les bleuetières

semi-cultivées sont des milieux favorables pour les abeilles nicheuses de sol, ce qui inclut les abeilles des genres *Lasioglossum* et *Bombus*, notamment.

B. Abondance

Pour ce qui est de l'abondance, les parcelles avec tournesols avaient une plus grande abondance d'abeilles indigènes, avec une moyenne de 44,5 abeilles par site, par rapport à celles témoins avec une moyenne de 24 abeilles par site. Au total, nous avons capturé 48 abeilles indigènes et 13 syrphes dans les parcelles témoins, alors que 89 abeilles indigènes et 11 syrphes ont été capturées sur les sites tournesols. La **Figure 2** montre la quantité de pollinisateurs sur chaque site en fonction de son traitement (témoin ou tournesol).

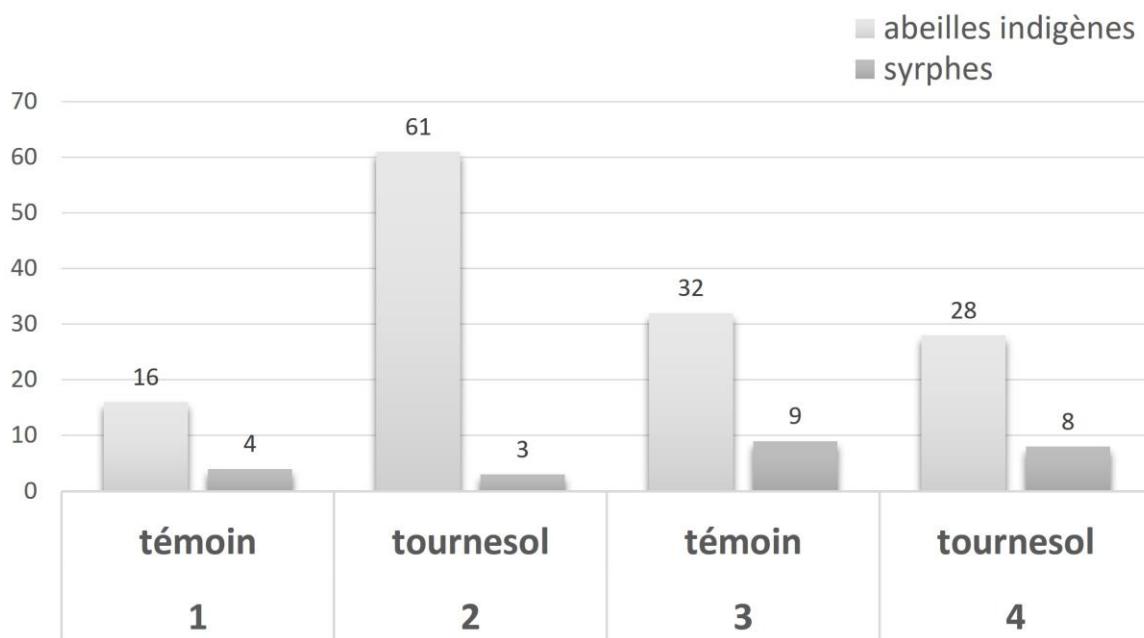


Figure 2 : Abondance des pollinisateurs indigènes par site lors du fauchage du 13 Juillet. Les abeilles indigènes sont représentées en gris pâle alors que les syrphes sont représentés en gris foncé.

Éléments de discussion : la différence de facteur 2 observée entre les sites témoins et les sites tournesols concernant l'abondance des abeilles indigènes serait essentiellement attribuable au site 2 (tournesol) tel qu'on peut l'observer sur la Figure 2. Il s'agit également du site où il y avait le plus de tournesols en fleurs (Figure 1) ce qui pourrait avoir découpé l'effet attractif pour les abeilles. Il ne semble pas y avoir eu d'effet attractif du tournesol pour les syrphes. Il resterait toutefois à confirmer ces différentes tendances par des études supplémentaires permettant de prendre en compte l'effet site dans les mesures.

3. Objectif 3 : bénéfices du tournesol sur la santé des bourdons

La collecte de fèces de bourdons a été effectuée du 1^{er} juin au 9 septembre pour évaluer l'évolution de la charge parasitaire intestinale sur les parcelles témoins et tournesols. Les

tendances observées dépendent du parasite observé et les résultats sont donc présentés distinctement pour *Crithidia spp.* et *Nosema spp.*

A. *Crithidia spp.*

La charge parasitaire des bourdons concernant *Crithidia spp.* se situait entre 0 et 20 cellules/1.5 uL de solution de fèces. Nous avons observé une diminution significative de la charge parasitaire au cours de la saison (GLM, quasi-poisson; effet de la date, ddl = 7;207, $p <0.001$, Figure 3; différence entre le 9 Septembre, P8, et le 1^{er} Juin, P1 : estimés = -1.48 ± 0.76 ; $t = 1.604$). Nous avons relevé une tendance inférieure pour la charge parasitaire des ouvrières sur les sites de tournesol comparativement aux sites contrôles (Figure 3). Cette différence n'était toutefois pas significative (interaction Traitement*Caste, $p=0.062$; Figure 3).

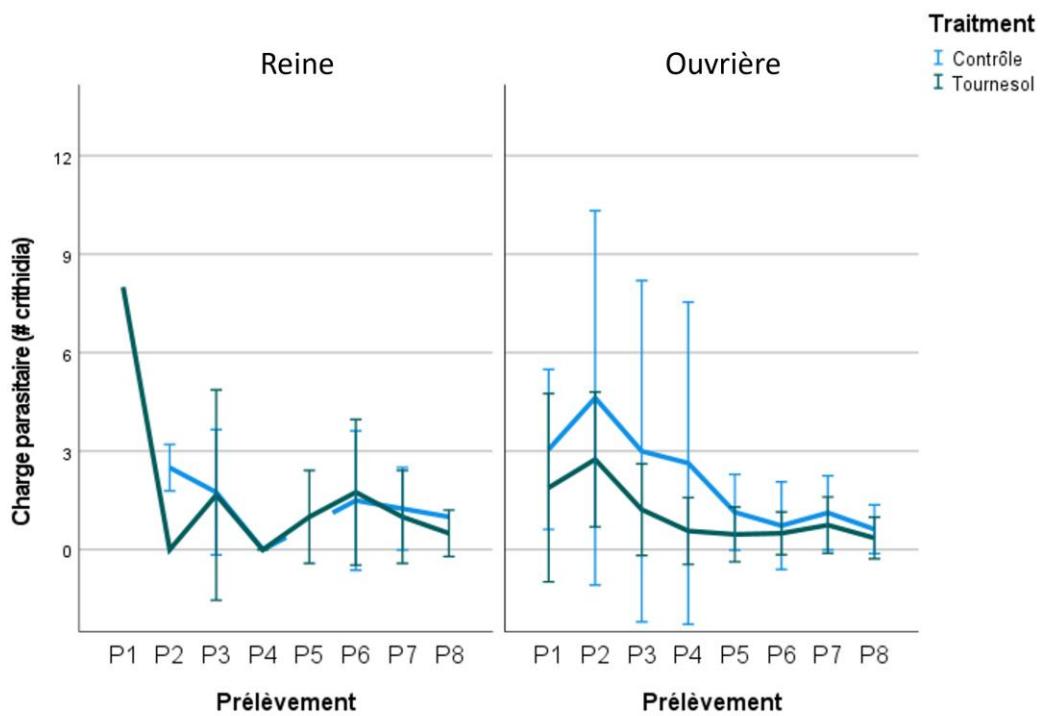


Figure 3 : Charge parasitaire (nombre de cellules de crithidia/1.5 uL de solution de fèces) en fonction du prélèvement, de la caste (reine/ouvrière) et du traitement (contrôle et tournesol). Le prélèvement 1 correspond à la date du 1^{er} Juin et le prélèvement 8 à celle du 9 Septembre.

Nous avons également relevé un effet site : la charge parasitaire sur le site 3 (# de cellules de *Crithidia spp.*) était significativement plus élevée que sur les autres sites (Estimés = 0.55 ± 0.27 , $t = 2.02$, $p = 0.045$; Figure 4). Cela semble être particulièrement vrai pour les ouvrières concernant les prélèvements 1 à 4 (1^{er} Juin au 13 Juillet; Figure 4). Enfin, nous avons relevé une potentielle tendance différentielle dans la charge parasitaire entre les espèces, celle-ci n'étant toutefois pas significative ($p = 0.076$).

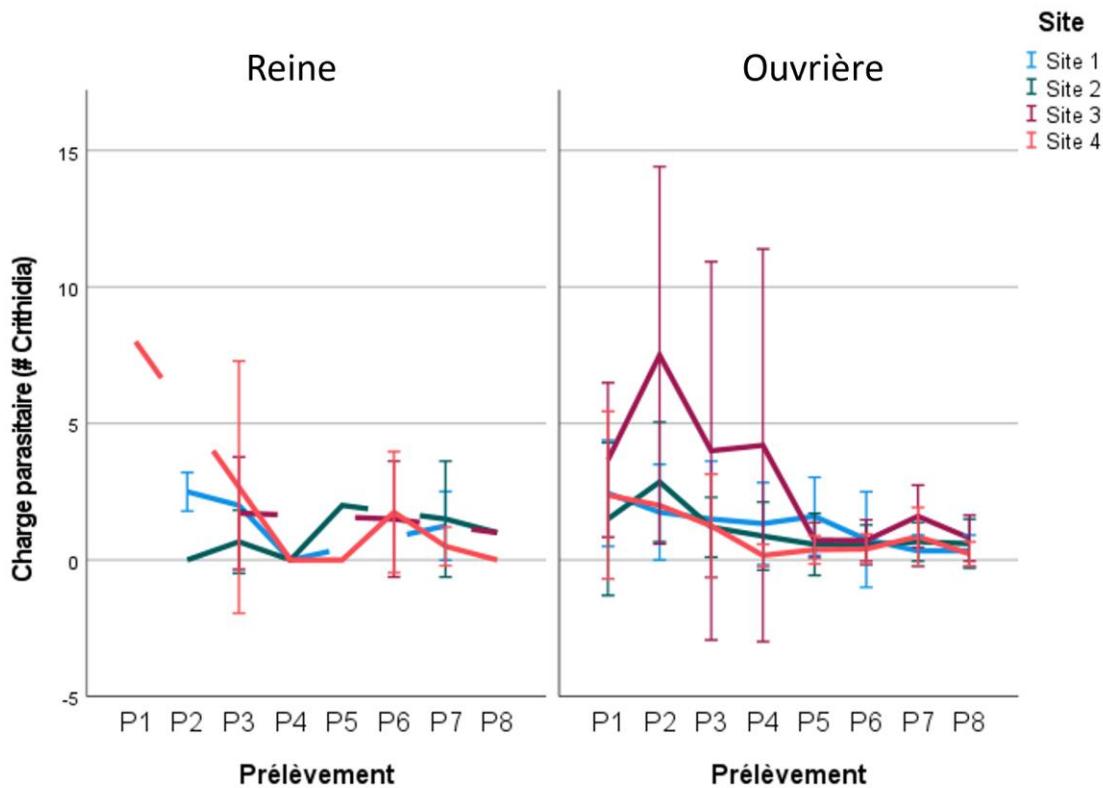


Figure 4 : Charge parasitaire (nombre de cellules de crithidia/1.5 uL de solution de fèces) en fonction du prélèvement, de la caste (reine/ouvrière) et du site. Le prélèvement 1 correspond à la date du 1^{er} Juin et le prélèvement 8 à celle du 9 Septembre.

Éléments de discussion : la charge parasitaire moyenne relevée concernant le parasite *Crithidia spp.* demeure relativement faible, et nettement inférieure aux mesures réalisées lors d'un précédent essai pilote dans le sud du Québec, en milieu de maïsiculture [2]. Toutefois, elle est plus élevée sur le site 3 que sur les autres sites. De plus, nous observons tout de même une tendance à la réduction en présence de tournesol, chez les ouvrières essentiellement. Ces dernières sont en général des vecteurs du parasite à la colonie, qui peut ensuite infecter les gynes (jeunes reines) et réduire leur survie au cours de l'hiver suivant [3]. La présence de tournesol dans l'habitat pourrait donc permettre de réduire ce risque. Nous n'avons toutefois pas capturé suffisamment de gynes pour pouvoir vérifier cette hypothèse. Enfin, nous avons également observé une diminution au cours de la saison sur tous les sites, notamment à partir du prélèvement 5 (fin juillet). Cela correspond au début de la floraison de la verge d'or, également connue pour ses vertus médicinales pour les bourdons, leur permettant de lutter contre *Crithidia spp* [4]. Des études supplémentaires

devront donc être conduites pour pouvoir dissocier l'effet tournesol des effets sites et verge d'or, et voir si les tendances observées se confirment.

B. *Nosema spp.*

La charge parasitaire des bourdons concernant *Nosema spp.* se situait entre 0 et 14 cellules/1.5 uL de solution de fèces. Nous avons observé une augmentation significative de la charge parasitaire au cours de la saison (GLM, binomiale négative; effet date, ddl = 7;208, $p<0.001$) ce qui semble particulièrement vrai chez reines (voir P5, correspondant à fin juillet; Figure 5). Nous n'avons mesuré aucun effet ou tendance du tournesol sur la quantité de spores de *Nosema spp* ($p>0.1$). En revanche, un effet caste a été relevé (les ouvrières étaient en moyenne significativement moins infectées que les reines; estimés = -1.62 ± 0.71 , $t = 2.29$, $p = 0.02$; figure 5), ainsi qu'un effet site (effet site, ddl = 3;205, $p<0.001$; la charge parasitaire était plus élevée sur le site 3 que sur les autres sites; différence site 3 et site 1 : estimés = 2.07 ± 0.91 , $t= 2.29$, $p=0.02$; une tendance non-significative était observée sur le site 4, potentiellement liée à une reine très infectée; Figure 5).

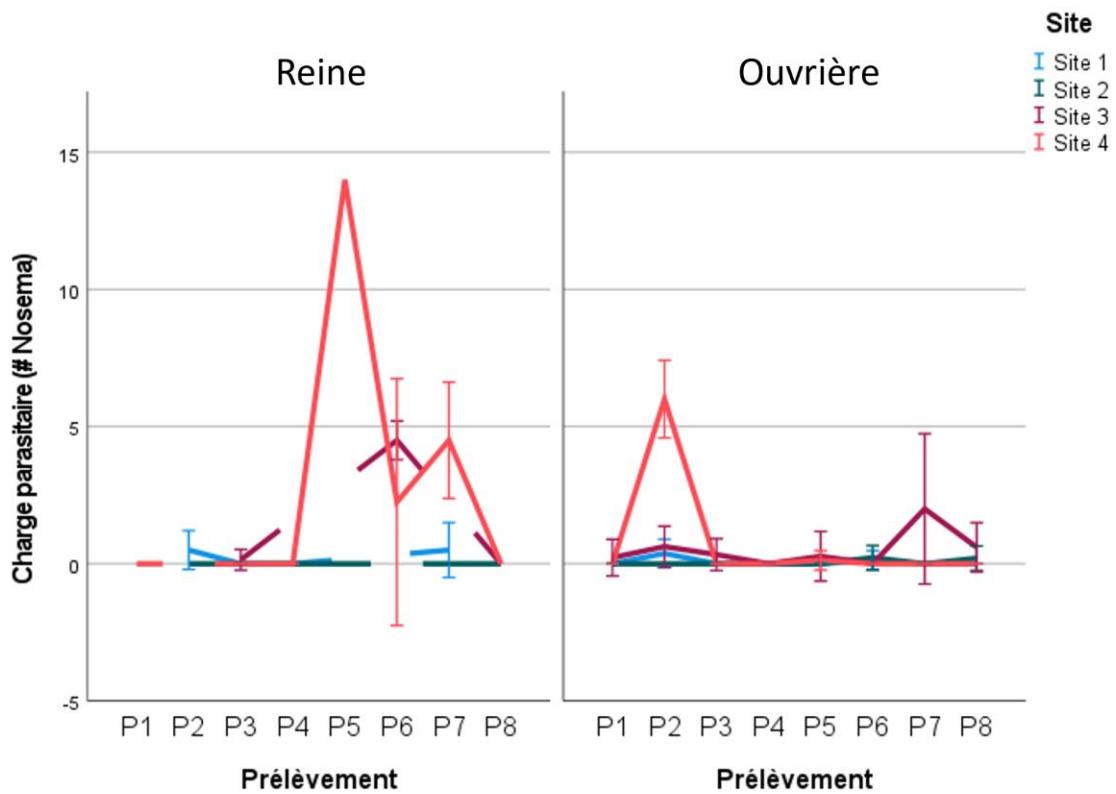


Figure 5 : Charge parasitaire (nombre de spores de *Nosema*/1.5 uL de solution de fèces) en fonction du prélèvement, de la caste (reine/ouvrière) et du site. Le prélèvement 1 correspond à la date du 1^{er} Juin et le prélèvement 8 à celle du 9 Septembre.

Enfin, nos analyses ont également relevé un effet espèce dans la charge parasitaire de *Nosema spp.* des reines et ouvrières (Figure 5), révélant une charge parasitaire significativement supérieure chez l'espèce *Bombus terricola* comparativement aux autres espèces (GLM, effet espèce, ddl = 8;196, $p = 0.03$; estimés : 3.27 ± 1.38 , $t = 2.37$, $p=0.02$).

Une tendance non significative a également été observée chez l'espèce *Bombus impatiens* ($t = 1.76$, $p = 0.08$; Figure 6). L'effet semblait particulièrement marqué chez les reines de l'espèce menacée *Bombus terricola*.

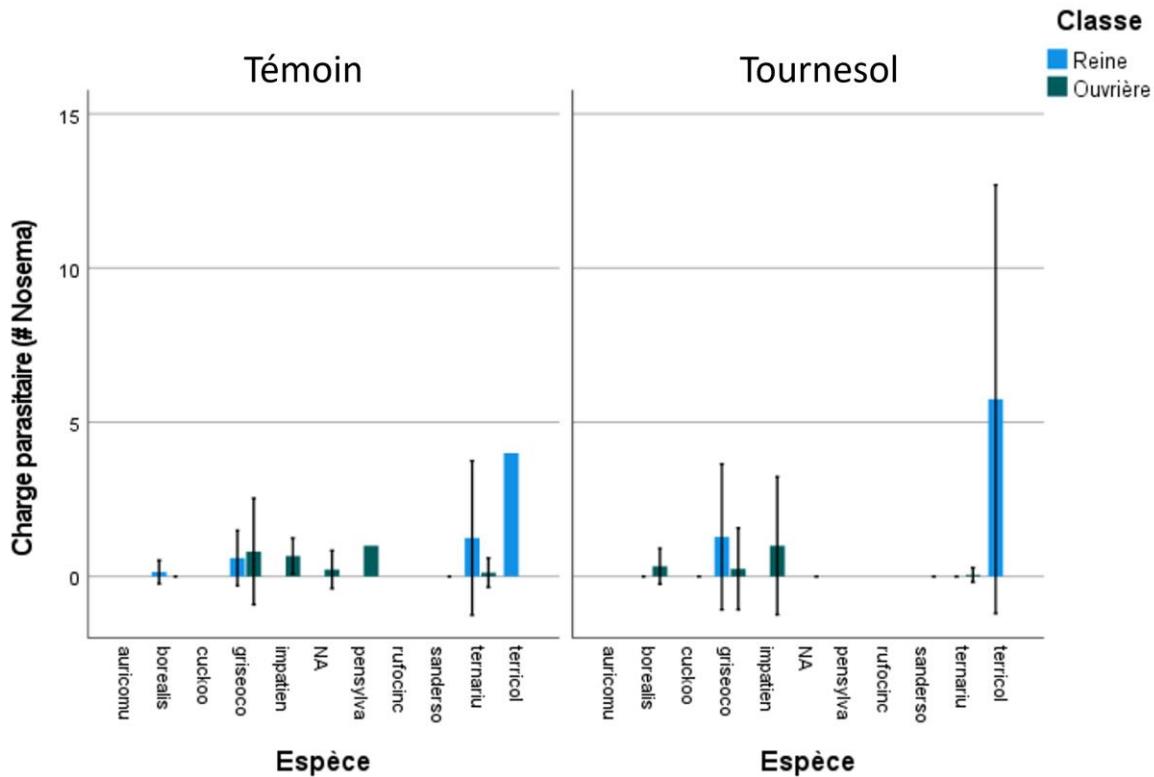


Figure 6 : Charge parasitaire (nombre de spores de *Nosema*/1.5 uL de solution de fèces) en fonction de l'espèce, de la caste (reine/ouvrière) et du traitement (témoin/tournesol). Aucun effet traitement n'a été mesuré, mais un effet caste et espèce (GLMM, $p < 0.05$).

Éléments de discussion : la charge parasitaire à *Nosema spp.* relevée est supérieure à ce que nous avons mesuré dans un essai pilote précédent dans le sud du Québec [2]. Toutefois, seules les ouvrières avaient été prélevées dans cet essai et nos résultats indiquent ici que les reines sont plus infectées à *Nosema spp.* que les ouvrières, en particulier en Juillet-Août (P5-P7 sur la Figure 5), ce qui correspond à la date d'émergence des gynes (jeunes reines). L'effet saisonnier observé chez les reines indique donc une infection supérieure des gynes comparativement aux reines à maturité sexuelle capturées en juin. Cela pourrait avoir un effet délétère significatif sur la survie à l'hiver ou leur succès reproducteur l'année suivante (Fowler et al. 2020). Nous n'avons toutefois mesuré aucun effet du tournesol sur la charge parasitaire concernant *Nosema spp.* Il se peut que le tournesol soit moins efficace concernant ce parasite chez les bourdons, son effet sur *Nosema* ayant en effet surtout été confirmé pour l'abeille domestique *Apis mellifera* [4].

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Le tournesol nain semble adapté aux sols secs, relativement pauvres et à pH acide des bleuetières, mais nécessite un plein ensoleillement pour maximiser sa floraison et son attractivité pour les abeilles indigènes. La facilité de mise en place de la mesure et le peu d'entretien nécessaire devraient permettre de généraliser la méthode auprès des producteurs et productrices agricoles. Le producteur agricole participant à cette étude pilote souhaite d'ailleurs renouveler la mesure l'année prochaine. Cela lui apparaît comme une approche simple pour attirer des abeilles indigènes dans ses bleuetières, tout en améliorant leur état de santé. Il reste toutefois à confirmer le bénéfice des bandes de tournesol sur la santé des bourdons. Pour cela, une deuxième année de mesures sera nécessaire afin d'évaluer si les tendances observées se confirment, ou si une éventuelle augmentation de la densité de tournesol s'avère nécessaire pour qu'un effet positif sur la santé des bourdons soit observé à l'échelle des colonies.

Pour conclure, il semble que la culture du tournesol ait du potentiel en bandes fleuries dans les bleuetières, à condition d'assurer un plein ensoleillement aux plants. La plantation et l'entretien ont d'ailleurs été minimaux, ce qui en fait une culture intéressante pour les producteurs et productrices. Il pourrait toutefois être pertinent de tester des semis directs au champ, car la production de transplants en serre est une étape supplémentaire pouvant limiter la faisabilité de la technique.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Pour toute information concernant cette étude, vous pouvez contacter Mathilde Tissier (mathilde.tissier@hotmail.com).

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous remercions nos collaborateurs, Mr M. Fortin, producteur agricole, et M-P. Beaudoin, conseillère MAPAQ dans la région du SLSJ, sans qui ce projet n'aurait pas pu voir le jour. Merci également à Frédéric McCune pour son aide dans la mise en place des semis, la collecte des données entomologique et la gestion du budget. Merci à Héloïse Albagnac pour avoir réalisé certains des modèles statistiques. Nous remercions finalement le MAPAQ pour son soutien financier au travers du programme Prime-Vert volet 2.1, ainsi que le programme Liber Ero qui a financé le salaire de la chercheuse postdoctorale Mathilde Tissier.

RÉFÉRENCES CITÉES

1. Moisan-DeSerres, J.; Chagnon, M.; Fournier, V., Influence of windbreaks and forest borders on abundance and species richness of native pollinators in lowbush blueberry fields in Québec, Canada. *The Canadian Entomologist* **2014**, 147, (4), 432-442.
2. Tissier, M. L.; Labrie, G.; Fournier, V. *Essai exploratoire pour évaluer les bénéfices du tournesol sur la nutrition et la santé des bourdons au Québec*; MAPAQ: **2021**; p 12.
3. Fowler, A. E.; Stone, E. C.; Irwin, R. E.; Adler, L. S., Sunflower pollen reduces a gut pathogen in worker and queen but not male bumble bees. . *Ecological Entomology* **2020**, 45, (6), 1318-1326.

4. LoCascio, G. M.; Aguirre, L.; Irwin, R. E.; Adler, L. S., Pollen from multiple sunflower cultivars and species reduces a common bumblebee gut pathogen. *Royal Society Open Science* **2019**, 6, (4), 190279.

ANNEXE(S)

Annexe I - Tableau 1 : Abondance et diversité des pollinisateurs indigènes par site.

Site	Traitement	Ordre	Famille	Genre	Nombre
1	Témoin				
			Collétidés	Colletes	1
			Collétidés	Hylaeus	1
		Hyménoptères	Halictidés	Lasioglossum	12
			Halictidés	Sphecodes*	1
			Mégachilidés	Megachile	1
		Diptères	Syrphidés	nd	4
				Total	20
2	Tournesol				
			Apidés	Bombus	1
		Hyménoptères	Halictidés	Lasioglossum	57
			Halictidés	Sphecodes*	2
			Mégachilidés	Megachile	1
		Diptères	Syrphidés	nd	3
				Total	61
3	Témoin				
			Andrenidés	Calliopsis	1
		Hyménoptères	Andrenidés	Pseudopanurgus	1
			Collétidés	Hylaeus	2
			Halictidés	Lasioglossum	26
			Halictidés	Sphecodes*	1
			Mégachilidés	Megachile	1
		Diptères	Syrphidés	nd	9
				Total	32
4	Tournesol				
			Apidés	Apis mellifera	1
		Hyménoptères	Collétidés	Hylaeus	1
			Halictidés	Lasioglossum	25
			Halictidés	Sphecodes*	1

Diptères		Syrphidés	nd	8
		Total		36