Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

PRIME-VERT
UN PAS DE PLUS. POUR VOUS. POUR VOTRE COLLECTIVITÉ.

VITRINE SUR LE DÉSHERBAGE ÉLECTRIQUE DANS LE BLEUET NAIN

Nº7411551

DURÉE DU PROJET : MARS 2023 / JANVIER 2025

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Élise Smedbol, Chercheure en malherbologie, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Pierre-Olivier Martel, Conseiller en horticulture fruitière, ministère de l'agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Charles-A. Déry-Bouchard, Biologiste et responsables de projets, Club Conseil Bleuet

Gérard Bouchard, Producteur agricole, Ferme des Chutes Inc.

Mars 2025

Juin 2019

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.

Juin 2019

VITRINE SUR LE DÉSHERBAGE ÉLECTRIQUE DANS LE BLEUET NAIN :

N°7411551:

RÉSUMÉ DU PROJET

Une vitrine de démonstration de la technique du désherbage électrique a été mise en place à la Ferme des Chutes, une entreprise qui produit des bleuets nains en régie biologique et utilise cette pratique de désherbage. L'objectif de la vitrine était de faire connaître cette méthode de désherbage pour favoriser son adoption par les producteurs de bleuets nains de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Afin de quantifier l'efficacité de la méthode, la densité des mauvaises herbes a été mesurée avant et après les opérations de désherbage, en 2023 et 2024. Une analyse technico-économique a été réalisée pour quantifier les coûts et bénéfices de l'adoption de cette pratique et la période d'amortissement. Afin de faire connaître cette technique de désherbage et de diffuser les résultats, plusieurs activités ont eu lieu. Une journée de démonstration a eu lieu le 23 juillet 2024, sur deux sites soit à la Ferme des Chutes et à la Bleuetière Coopérative de Normandin. Une capsule vidéo sur l'ensemble du projet a également été tournée afin de rejoindre un auditoire plus large. Finalement, les résultats du projet ont été présentés lors de trois évènements en 2025; le 30 janvier 2025 lors de la Journée INPACQ Canneberges, le 20 février 2025 lors d'une rencontre dans le cadre de la Cohorte et diffusion d'informations sur le contrôle des mauvaises herbes en bleuetières biologiques chapeautée par le Club Conseil bleuet, ainsi que lors du congrès de la Société canadienne de malherbologie (24-27 février 2025). L'ensemble des activités réalisées à permis l'atteinte des objectifs du projet.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général de ce projet était de faire connaître et de favoriser l'adoption de la technique du désherbage électrique comme méthode alternative pour le contrôle des mauvaises herbes dans le bleuet nain au Saguenay-Lac-Saint-Jean. La vitrine a été implantée à la Ferme des Chutes en 2023 et 2024, en production de bleuets nains en régie biologique et a permis de démontrer la différence entre le désherbage électrique et le désherbage manuel.

Les objectifs spécifiques du projet étaient de:
1) Faire connaître l'efficacité du désherbage électrique comme stratégie de lutte aux mauvaises herbes en cultures biologiques de bleuet nain par une vitrine de démonstration à la ferme des Chutes. Cet objectif a été atteint par la mise en place de parcelles expérimentales à la Ferme des Chutes en 2023 et 2024, avec une prise de données pour évaluer l'efficacité du désherbage.

2) Produire une analyse technico-économique en lien avec l'utilisation du désherbeur électrique. Cet objectif a été atteint par un mandat donné au Centre d'études sur les coûts de production en agriculture. Le rapport final est diffusé et disponible sur le site web de l'IRDA (https://irda.qc.ca/fr/projets/vitrine-desherbage-electrique-bleuet-nain/#:~:text=Le%20d%C3%A9sherbage%20%C3%A9lectrique%20est%20donc,l'utilisation%20d'herbicides).

3) Communiquer les résultats au plus grand nombre possible de producteurs et conseillers de la région à l'aide d'une vitrine de démonstration, de la création d'un groupe de transfert et de la production et diffusion d'une vidéo. Cet objectif a été atteint par l'organisation d'une journée de démonstration, la diffusion de la capsule vidéo diffusée et plusieurs activités de transfert et diffusion décrits dans le résumé.

Étape 1: Mise en place des parcelles de démonstration

La mise en place des parcelles à la ferme des Chutes a été effectué en 2023 et 2024, sur des bleuetiers en phase végétative, selon les trois traitements prévus, soit un témoin enherbé, un traitement de désherbage manuel, ainsi que la parcelle de démonstration du désherbage électrique. En 2023, des quadrats permanents (2 m x 1 m) géoréférencés ont été installés en triplicata pour trois espèces de mauvaises herbes (3 quadrats par espèce de mauvaise herbe), pour un total de 3 traitements * 3 mauvaises herbes * 3 quadrats = 27 quadrats (Figure 1). Les espèces de mauvaises herbes étant la comptonie voyageuse (*Comptonia peregrina*), la grande fougère (*Pteridium aquilinum*) et la verge d'or (*Solidago canadensis*). Il était initialement prévu d'installer des quadrats et de faire des traitements de désherbage dans la vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*), mais il n'y avait pas de population avec des densités suffisantes sur le site de la Ferme des Chutes. En 2024, des quadrats permanents (2 m x 1 m) géoréférencés ont été installés avec quatre répétitions pour les mêmes trois espèces de mauvaises herbes (4 quadrats par espèce de mauvaise herbe), pour un total de 3 traitements * 3 mauvaises herbes * 4 quadrats = 36 quadrats (Figure 1). Un décompte du nombre de plants/tiges dans chacun des quadrats a eu lieu une fois avant la première opération de désherbage et un mois après le désherbage. Les opérations de désherbage ont eu lieu au moment opportun, soit en fonction des conditions environnementales et du stade de croissance des mauvaises herbes (mauvaises herbes plus hautes que la culture principale). Puisque les données ont été acquises dans le cadre d'une vitrine de démonstration, elles ont été analysées de sorte à montrer l'étendue des valeurs observées en 2023 et 2024 (Tableau 1). L'absence de dispositif expérimental offre une puissance statistique trop faible pour justifier une analyse statistique plus poussée. Les valeurs sont alors résumées par leur moyenne, l'intervalle de confiance 95% autour de la moyenne ainsi que le coefficient de variation. De plus, l'efficacité de désherbage a été calculé selon l'équation suivante :

$$E = \left(1 - \frac{Après}{Avant}\right) * 100$$

Le ratio entre le nombre de plants avant et après l'opération de désherbage est un bon indicateur de l'efficacité de désherbage puisqu'il offre une valeur standardisée indépendante de la variation du nombre de plants avant le désherbage (Rasmussen et al. 2008. *Weed Research*, 48, 523–532). Une valeur positive implique une réduction du nombre de plants, tandis qu'une valeur négative signifie un gain.

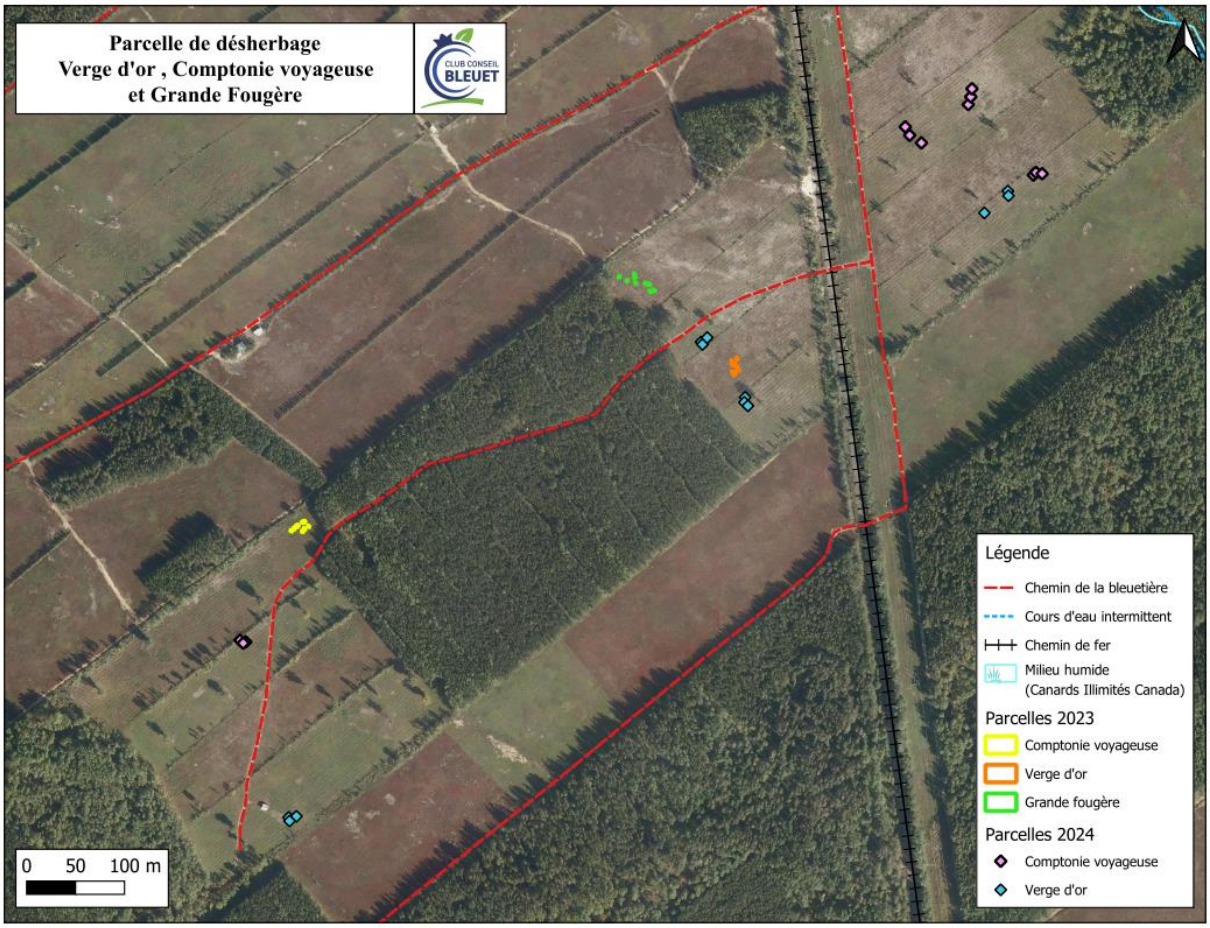

Figure 1 Cartographie des parcelles à la bleuetière de la Ferme des Chutes et emplacement des quadrats permanents géoréférencés pour les trois espèces de mauvaises herbes à l'étude en 2023 : la comptonie voyageuse, la grande fougère* et la verge d'or (*les quadrats de grande fougère, installés en 2024 n'apparaissent pas sur la carte car les points GPS ont été égarés).

Étape 2: Analyse technico-économique

Le Centre d'étude sur les coûts de production en agriculture a été mandaté pour réaliser cette analyse et un rapport a été diffusé sur le site web de l'IRDA (Annexe 1). Les coûts annuels de possession et les coûts d'opération ont été comparés pour quatre scénarios soit :

- Scénario 1) Désherbage électrique avec un équipement modifié (andaineuse modifiée employée par la Ferme des Chutes pour faire le désherbage électrique)
- Scénario 2) Désherbage manuel
- Scénario 3) Désherbage électrique avec l'achat à neuf d'un désherbeur « weed zapper® » (sans achat de tracteur)
- Scénario 4) Pulvérisation en régie conventionnelle (Hexazinone + glyphosate en super éponge) (sans achat de tracteur)

Une analyse de sensibilité a aussi été réalisée dans le but de comparer le coût total annuel pour un passage selon la superficie de la bleuetière, considérant des superficies de 10 ha, 30 ha, 50 ha, 70 ha, 90 ha et 110 ha en culture.

Étape 3: Démonstration et transfert de la technique du désherbage électrique
Une journée de démonstration a été organisée la deuxième année du projet, le 23 juillet 2024 (Annexe 2). Elle a eu lieu sur deux sites, soit à la Ferme des Chutes et à la Bleuetière Normandin. Les équipements de désherbage électrique (andaineuse modifié et Weed Zaper®) ont été exposés et mis à l'essai dans des parcelles de démonstration. Les résultats du désherbage électrique effectuée en 2023 à la Ferme des Chutes ont aussi été montré aux participants.

Il était prévu initialement qu'un groupe de discussion et de transfert soit formé pour se réunir la deuxième année du projet. L'objectif était de discuter des travaux en cours et des résultats du projet, à la fois sur le contrôle des mauvaises herbes, mais aussi de l'analyse technico-économique. Plutôt que de former un nouveau groupe de discussion, les résultats du projet ont plutôt été présentés lors d'une rencontre dans le cadre de la Cohorte et diffusion d'informations sur le contrôle des mauvaises herbes en bleuetières biologiques chapeautée par le Club Conseil bleuet.

En parallèle à toutes les activités du projet, une capsule vidéo a été réalisée. Elle présente l'entièreté du projet de vitrine sur le désherbage électrique dans le bleuet nain avec des prises de vue effectuées lors des opérations de désherbage, des opérations de prises de données sur les mauvaises herbes et de la journée de démonstration à la ferme. Les intervenants filmés sont l'équipe de réalisation du projet, qui présentent chacun un aspect du projet.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Efficacité du désherbage
Le désherbage a eu une efficacité variable selon la mauvaise herbe à l'étude. Il a été le plus efficace dans la comptonie, (plus de 95% d'efficacité pour les deux années), suivi par la verge d'or (35% d'efficacité en 2023, 48% en 2024), puis par la grande fougère (12% d'efficacité en 2023, 46% en 2024) (Figure 2). Aucune différence marquée d'efficacité de désherbage ne distingue l'arrachage manuel du désherbage électrique pour les trois espèces étudiées.

La grande fougère présente une bonne repousse des tiges à la suite du 1er désherbage, en juin 2023 (Tableau 1). Un 2e désherbage aurait pu améliorer l'efficacité globale, mais il n'a pas été possible de le faire, les tiges étant présentes mais trop courtes pour le désherbeur électrique. En effet, le courant électrique est distribué sur une barre de 4 mètres située à l'avant de l'équipement, à une hauteur de plus ou moins 20 cm du sol. Il est difficile d'abaisser la barre à moins de 20 cm, car dans ce cas, celle-ci a tendance à toucher le sol à cause du dénivelé du terrain. Si les tiges de mauvaises herbes sont plus courtes que 20 cm ou s'il y a la présence de tiges de bleuet à plus de 20 cm, il n'est pas possible d'effectuer le désherbage électrique. Il s'agit d'une limitation de la méthode, qui n'a pas permis un désherbage optimal dans la grande fougère. En 2024, cette repousse se voit plus timide avec une efficacité de désherbage plus grande (Figure 2). Pour la verge d'or, le désherbage a été efficace sur les tiges érigées, mais il y avait un bon nombre de rosettes au sol qui n'ont pas été affectés par le désherbage, manuel ou électrique. Seule la comptonie a été bien contrôlée en un seul passage. Les plants étaient de hauteur uniforme et les tiges sont rigides ce qui permettait un bon contact avec l'électricité.

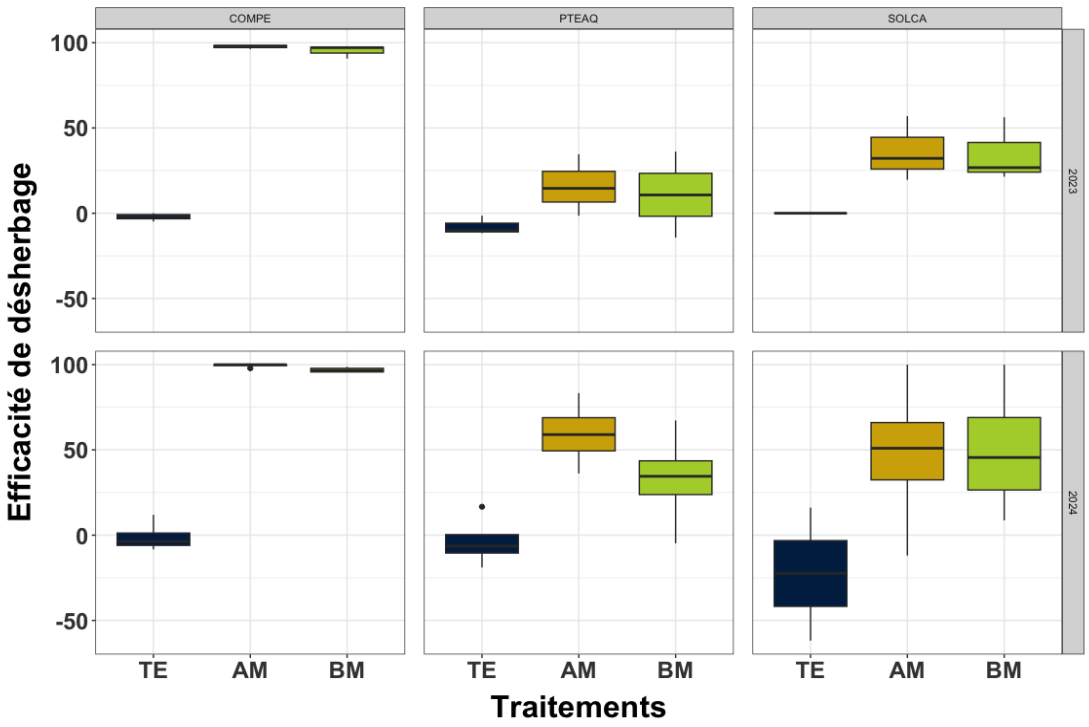

Figure 2 Efficacité du désherbage, soit la différence entre le nombre de plants avant et après le désherbage, pour l'année 2023 et 2024 pour la comptonie voyageuse (COMPE), la grande fougère (PTEAQ) et la verge d'or (SOLCA), dans les trois traitements à l'étude, TM) Témoin enherbé (pas de désherbage), AM) Désherbage manuel, BIMED) Désherbage électrique.

Tableau 1 Moyenne, IC95 et CV pour le nombre de tiges avant et après les opérations de désherbage, soit de l'arrachage manuel ou du désherbage électrique. Les tiges dans le témoin enherbé, sans désherbage, ont aussi été dénombrées

Année	Traitement	Comptonie voyageuse (COMPE)		Grande fougère (PTEAQ)		Verge d'or (SOLCA)	
		Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
2023	TE	96.67 [81.5, 114], CV: 16.9%	98.5 [85.5, 114], CV: 14.6%	42.17 [34, 54], CV: 24.9%	45.67 [34.5, 59.5], CV: 27.8%	32.83 [25, 42], CV: 26.1%	32.83 [25, 42], CV: 26.1%
2023	AM	74 [67.5, 79.5], CV: 8.2%	1.67 [1, 2.5], CV: 45.8%	28.67 [24, 34.5], CV: 18.7%	24.5 [18, 35], CV: 37.5%	57.83 [51, 65], CV: 12.1%	36 [28, 41], CV: 19.4%
2023	BM	97.83 [86.5, 104.5], CV: 10.1%	4.83 [2.5, 9.5], CV: 83.6%	24.67 [18, 28], CV: 23.4%	22.83 [11.5, 29.72], CV: 45.6%	51.17 [35, 75.5], CV: 41.9%	30.67 [27.5, 33], CV: 9.3%
2024	TE	67.5 [53.5, 88.25], CV: 32.8%	68 [50.75, 90.5], CV: 34.8%	35.5 [20.38, 50.38], CV: 49.3%	36 [24.62, 53.12], CV: 48.7%	65.38 [49, 81.75], CV: 29.3%	80.25 [52.5, 106.25], CV: 37.9%
2024	AM	71.88 [49.25, 89.75], CV: 31.4%	0.5 [0, 1.5], CV: 200%	31.75 [21.5, 42], CV: 38.4%	11.38 [8.25, 14.5], CV: 32.4%	67 [24.25, 135.75], CV: 103.1%	36.75 [9.5, 64], CV: 92.5%
2024	BM	82.12 [48.5, 130.25], CV: 65%	2.12 [1.38, 2.75], CV: 40.2%	35.38 [28.75, 42], CV: 21.8%	25 [13.5, 38], CV: 58.7%	46 [24.25, 74.25], CV: 62.6%	26.75 [3.88, 62.38], CV: 132.6%

Effet du désherbage au printemps suivant

En mesurant l'efficacité du désherbage entre le nombre de tiges avant le désherbage en 2023 et le nombre de tiges présentent au printemps 2024 pour les mêmes quadrats (Figure 3), la comptonie se trouve en quantité beaucoup plus faible lorsqu'il y a eu une opération de désherbage l'année précédente, et ce, malgré une présence plus faible dans le témoin enherbé. Il n'y a pas de différence appréciable entre les deux méthodes de désherbage, mais le désherbage électrique tend à limiter la repousse plus efficacement que l'arrachage manuel. Cette tendance n'est cependant pas retrouvée chez la grande fougère. Les données pour la verge d'or sont manquantes.

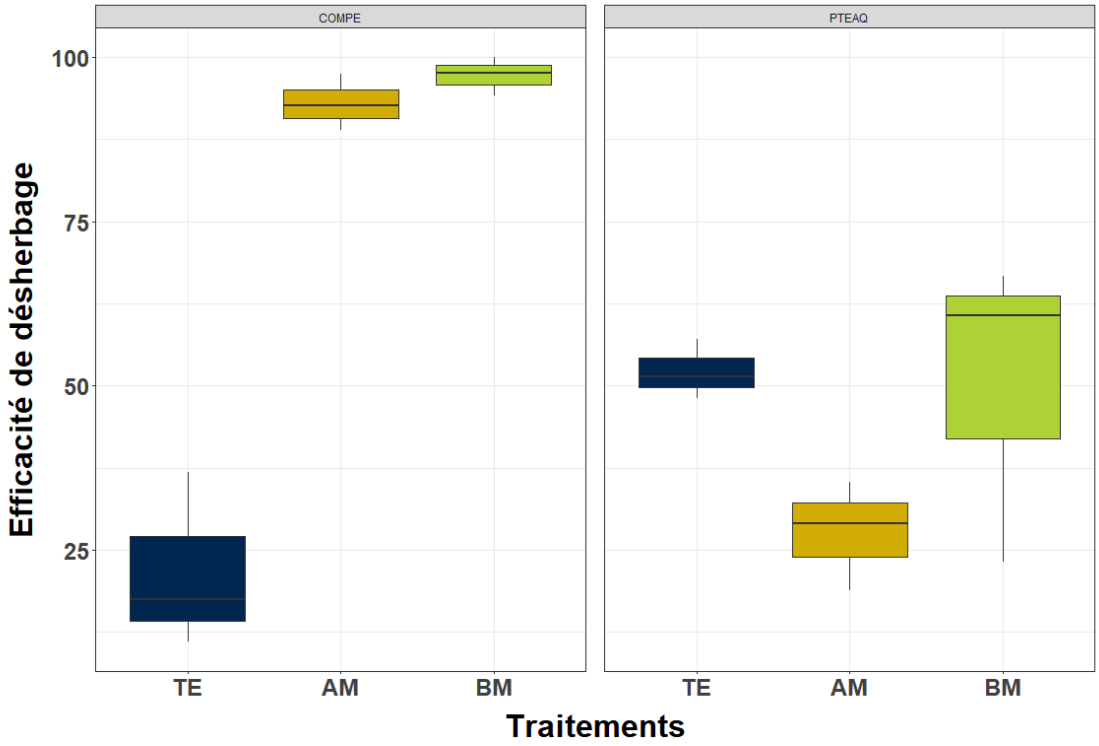

Figure 3 Efficacité du désherbage entre le nombre de tiges au printemps 2023 (avant désherbage) et au printemps 2024 (saison suivante) pour la comptonie voyageuse (COMPE) et la grande fougère (PTEAQ) dans les trois traitements à l'étude, TM) Témoin enherbé (pas de désherbage), AM) Désherbage manuel, BIMED) Désherbage électrique.

Analyse technico-économique

Les résultats de l'analyse technico-économique démontrent que les coûts sont les plus élevés dans un scénario de désherbage manuel seulement pour une superficie de 10 hectares, ce qui est la pratique la plus répandue actuellement en régie de culture biologique (Figure 4). Et ce malgré, l'absence des frais annuel de possession de machinerie et d'équipement. Pour cette même superficie de 10 hectares, les coûts totaux sont ensuite les plus élevés pour le scénario de désherbage électrique avec un Weed Zaper®, la pulvérisation, suivi par le scénario du désherbage électrique avec un équipement modifié. Cependant, l'analyse de sensibilité par superficie indique qu'à partir d'une superficie en production de 70 ha et plus, il devient plus rentable d'effectuer le désherbage électrique avec un équipement neuf, le Weed Zaper®, que d'utiliser l'équipement modifié (Tableau 2). En effet, si le coût annuel de possession de machinerie est plus élevé, les coûts d'opération à l'hectare eux sont beaucoup moindre avec un équipement neuf. La modification d'un équipement pour faire du désherbage électrique est rentable seulement pour de petites superficies en production, à cause des coûts d'opérations élevés. La pulvérisation est une option rentable pour des superficies entre 30 et 70 ha. Au-delà de ces superficies en production, il semblerait plus rentable d'envisager une option de désherbage sans intrants pour éviter les coûts d'herbicides. Il reste à vérifier si l'efficacité du désherbage serait équivalente entre tous les scénarios comparés.

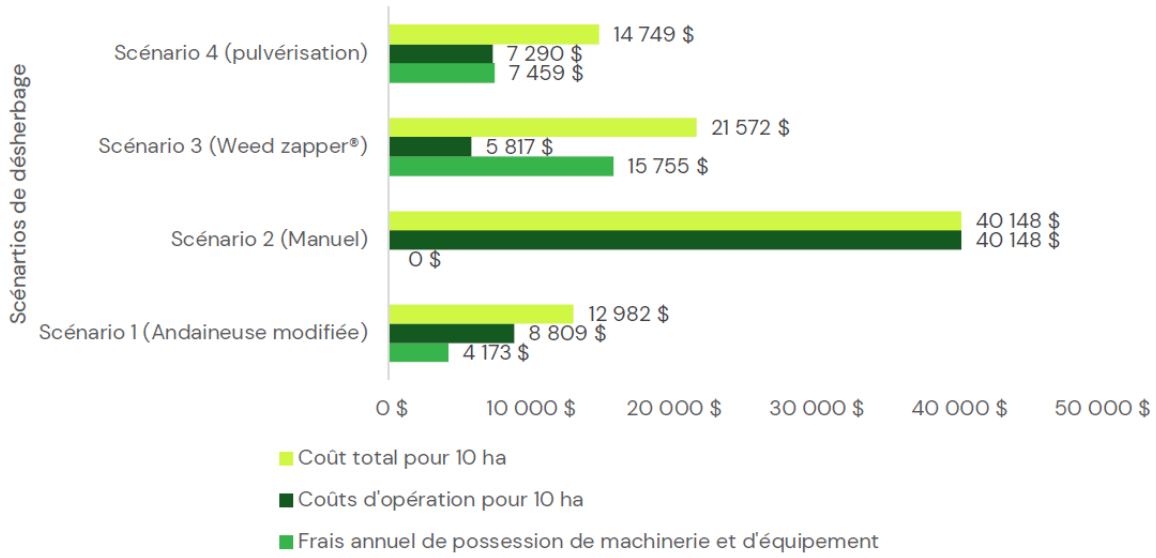

Figure 4 Comparaison des coûts des différents scénarios de désherbage sur un passage de 10 hectares

Tableau 2 Table de sensibilité du coût total annuel par hectare, pour un passage, selon la superficie ($/ha)

			Coût total annuel par ha pour un passage selon la superficie					
	Coût annuel de possession de machinerie et équipement	Coût total d'opération pour 1 ha	10 ha	30 ha	50 ha	70 ha	90 ha	110* ha
Scénario 4 (Pulvérisation)	7 459 $	729 $	1 475 $	978 $	878 $	836 $	812 $	797 $
Scénario 3 (Weed zapper®)	15 755 $	582 $	2 157 $	1 107 $	897 $	807 $	757 $	725 $
Scénario 2 (Manuel)	…	4 015 $	4 015 $	4 015 $	4 015 $	4 015 $	4 015 $	4 015 $
Scénario 1 (Andaineuse modifiée)	4 173 $	881 $	1 298 $	1 020 $	964 $	941 $	927 $	919 $

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Il y avait en 2020, 440 producteurs de bleuet nain retrouvées principalement au Saguenay-Lac-Saint-Jean et sur la Côte-Nord, donc 97 entreprises certifiées biologiques (MAPAQ. 2022. Portrait-diagnostic sectoriel de l'industrie du bleuet sauvage au Québec. 28 pages.). Les 97 bleuetières en régie biologique sont les premières entreprises susceptibles d'être touchées par ce projet puisqu'il n'existe actuellement aucun moyen de désherbage mécanisé. Les résultats de l'analyse technico-économique démontrent que les bleuetières ayant une superficie en production plus élevée que 70 hectares pourrait eux aussi bénéficier de l'adoption du désherbage électrique, ce qui serait une pratique plus rentable que la pulvérisation des herbicides. C'est donc potentiellement la majorité des producteurs de bleuet nain qui pourrait être touchés par les résultats de ce projet.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Un contrôle mécanisé des mauvaises herbes dans une régie de culture biologique permettrait de réduire les coûts associés aux pertes de rendement causées par la compétition avec les mauvaises herbes ou causées par l'obligation d'effectuer du désherbage manuel, ce qui exige beaucoup de temps et de ressources humaines dans le contexte économique actuel de pénurie de main d'œuvre. Par exemple, il a été estimé que les coûts de désherbage manuel se chiffraient à 4,000 $ / hectare, dans le bleuet nain pour un seul désherbage ce qui peut grandement réduire la marge de profit d'une entreprise. Les techniques à l'étude pourraient aussi favoriser le maintien des superficies en cultures en régie biologique en prévenant l'essoufflement des producteurs causés par une gestion des mauvaises herbes difficiles, et donc maintenir la rentabilité économique de ces entreprises qui obtiendront un meilleur prix pour leurs produits sur le marché biologique. La culture du bleuet nain est un moteur économique important dans les régions du Saguenay-Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord et il est nécessaire de préserver sa vitalité économique.

De plus, le désherbage électrique des mauvaises herbes est une alternative intéressante à l'utilisation des herbicides dans le bleuet nain. Dans un cycle de production complet, cette culture compte trois applications d'herbicides avec divers ingrédients actifs: l'hexazinone, le tribénuron-méthyle, le glyphosate et le dicamba. Ces herbicides se retrouvent dans l'eau, ou ils ont des effets néfastes sur la faune et la flore aquatique. L'adoption du désherbage électrique pour remplacer n'importe laquelle de ces applications contribuerait à réduire l'indice de pression environnementale dans la culture de bleuet nain au Québec, se traduisant par une diminution de la quantité d'ingrédients actifs appliqués par hectare.

PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

Élise Smedbol, Ph.D.,
Chercheure en malherbologie
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
335, rang des Vingt-cinq Est, Saint-Bruno-de-Montarville, Qc, J3V 0G7
450-653-7368, poste 320
elise.smedbol@irda.qc.ca

Pierre-Olivier Martel, agronome
Conseiller en horticulture fruitière
Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
801, chemin du Pont Taché Nord, Alma, Qc, G8B 5B7
418-662-6457 p.2868
Pierre-Olivier.Martel@mapaq.gouv.qc.ca

Charles-A. Déry-Bouchard, biologiste
Responsable du volet projet
Club Conseil Bleuet
112, avenue de l'Église, suite 202, Dolbeau-Mistassini, Qc, G8L 4W4
418-540-0594
Charles.dery-bouchard@clubbleuet.com

Gérard Bouchard, producteur agricole
Ferme des Chutes Inc.
2300, Route St-Eusèbe, St-Félicien, Qc, G8K 2N9
418-518-2300
gerardbou@videotron.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

« *Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 2 du programme Prime-Vert – Approche régionale et interrégionale* avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation »

ANNEXE 1

Figure 5 Page couverture de l'analyse technico-économique réalisée dans le cadre du projet

ANNEXE 2

irda | Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

www.irda.qc.ca

Vitrine sur le désherbage électrique dans le bleuet nain

Programmation

12 h 30	Arrivée des participants au BMR Nutrinor à Normandin (1455, avenue du Rocher, Normandin, G8M 3X5, Québec, Canada)
12 h 45	Départ de l'autobus vers la Bleuetière Coopérative de Normandin
13 h	Mot de bienvenue
13 h 10	Présentation du principe de l'électrification par Élise Smedbol, chercheure en malherbologie (IRDA)
13 h 25	Présentation d'un prototype de désherbeur électrique par M. Gérard Bouchard, propriétaire de la Ferme des Chutes
13 h 45	Démonstration de désherbeurs électriques, le prototype de la Ferme des Chutes et le Weed Zaper de la Coop Normandin et les règles de sécurité
14 h 45	Déplacement en autobus vers la bleuetière de La Ferme des Chutes
15 h	Visite des parcelles de la bleuetière de la Ferme des Chutes et présentation des résultats du projet de recherche
16 h	Départ de la bleuetière de la Ferme des Chutes vers le BMR Nutrinor à Normandin.
16 h 30	Fin de l'activité

Merci à nos partenaires

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du volet 2 du programme Prime-Vert.

Québec

Bleuetière La Ferme des Chutes

Bleuetière Coopérative Normandin

Figure 6 Programmation de la journée de démonstration de la Vitrine sur le désherbage électrique dans le bleuet nain, s'étant déroulé le 23 juillet 2024.