

**AMÉNAGEMENT D'UNE BLEUETIÈRE AVEC DES MÉTHODES ALTERNATIVES
À L'HEXAZINONE**

6660004

DURÉE DU PROJET : (07/ 2020 – 02 / 2023)

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Charles A. D. Bouchard, Biologiste (M. Sc.), Club Conseil Bleuet
et Anne Schmitt, Biologiste (B. Sc.), Club Conseil Bleuet

Février 2023

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.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ DU PROJET	2
OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE	3
1.0. Méthode de lutte conventionnelle.....	3
1.1. Méthode à moindre impact.....	4
1.2. Méthode biologique	4
RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS.....	5
<i>Recouvrement des mauvaises herbes.....</i>	5
<i>Recouvrement des bleuetiers.....</i>	7
<i>Analyse agroéconomique.....</i>	8
DIFFUSION DES RÉSULTATS	9
APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE.....	10
POINT DE CONTACT POUR INFORMATION	10
REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS	10
RÉFÉRENCES.....	11
ANNEXES.....	12
<i>Annexe 1 : Localisation du dispositif</i>	12
<i>Annexe 2 : Analyse agroéconomique.....</i>	13

AMÉNAGEMENT D'UNE BLEUETIÈRE AVEC DES MÉTHODES ALTERNATIVES À L'HEXAZINONE :

6660004



RÉSUMÉ DU PROJET

Le Saguenay–Lac-Saint-Jean est la principale région productrice de bleuets au Québec (gouvernement du Québec 2018). Depuis les années 1980, la plupart des bleuetières qui sont aménagées le sont à l'aide de l'hexazinone, un herbicide systémique (Giroux et St-Gelais 2010). Toutefois, l'hexazinone est très soluble et a un faible potentiel d'adsorption (Gorse *et al.* 2002). De ce fait, l'herbicide persiste dans le sol et devient mobile dans l'environnement (Giroux et St-Gelais 2010). Bien qu'il ait été démontré que l'hexazinone soit peu toxique, sa présence est néfaste pour les plantes aquatiques qui y sont sensibles et il est primordial de réduire son utilisation au maximum (Giroux 2008). À ce jour, les études portant sur des méthodes alternatives à l'hexazinone sont peu nombreuses et ont généralement obtenu des résultats mitigés (Bellemare 2014 ; Bellemare 2011 ; Agrinova 2009). Le présent projet vise à répondre à cette problématique. La bleuetière d'enseignement et de recherche (BER) située à Normandin au Lac-Saint-Jean a été spécialement conçue pour effectuer des recherches dans le bleuet nain. Comme une portion de cette bleuetière est en aménagement (BER 2), ce site est l'endroit idéal pour mener à bien cette recherche, en testant l'efficacité et la faisabilité des méthodes d'aménagement alternatives à l'hexazinone. Effectivement, les opportunités d'utiliser une bleuetière en aménagement sont rares et cela permet d'être certain que les résultats ne sont pas biaisés par les traitements effectués durant les années précédant l'étude. Les résultats de cette étude démontrent une bonne efficacité des 3 méthodes testées afin de lutter contre les mauvaises herbes. Il est possible d'avoir un contrôle très similaire à la méthode conventionnelle en utilisant seulement le glyphosate en humectation. L'arrachage est le traitement le plus efficace. Cependant, économiquement il est peu applicable à grande échelle. L'utilisation de cette technique doit être combinée à d'autres méthodes, comme les bioherbicides, dans un concept de lutte intégrée, afin d'être une solution viable.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif du projet est de quantifier l'effet de l'utilisation de méthodes biologiques et à moindre risque sur la composition végétale d'une bleuetière en aménagement, le tout en comparaison à la méthode conventionnelle d'aménagement à l'aide d'hexazinone.

Spécifiquement, le projet a pour but de :

1. Comparer les données de recouvrement des mauvaises herbes et des bleuetiers pour les différents traitements;
2. Évaluer la faisabilité économique des techniques testées.

En 2020, le dispositif expérimental a été implanté dans la portion en aménagement de la bleuetière d'enseignement et de recherche (BER 2) située au Lac-Saint-Jean près de la ville de Normandin (Annexe 1). Il s'agit d'un site avec un fort potentiel de production pour le bleuet. Un dispositif en bloc complet, avec 3 répétitions, a été mis en place. Les parcelles d'étude sont de 4 X 6 m avec une bande tampon de 2 m (Figure 1). Dans chaque parcelle, le recouvrement des mauvaises herbes et des bleuetiers est évalué. La présence de phytotoxicité sur les bleuetiers est également notée.

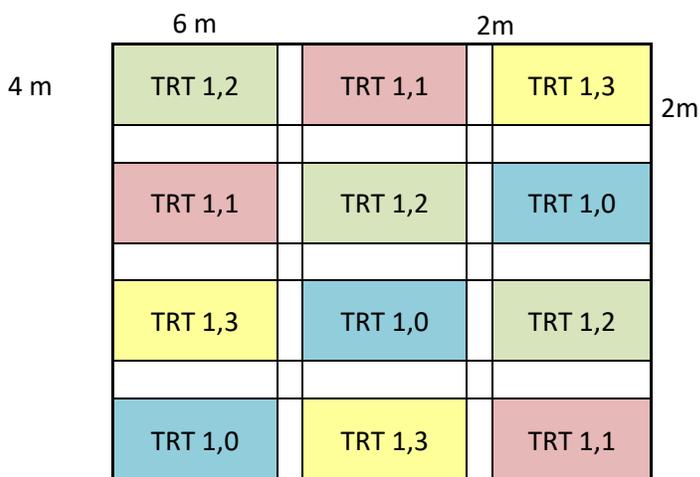


Figure 1 : Dispositif expérimental implanté à la BER 2 : 1,0 Méthode de lutte conventionnelle; 1,1 Méthode à moindre impact; 1,2 Méthode biologique; 1,3 Témoin.

1.0. Méthode de lutte conventionnelle

La méthode conventionnelle d'aménagement représente la méthode utilisée à ce jour par la majorité des producteurs. Elle consiste à réaliser une application printanière d'hexazinone (Velpar, 2,56 kg/ha, 200 l d'eau/ha) ainsi qu'une application de glyphosate (Round-up) en humectation à la fin du mois d'août. L'application en humectation a été réalisée à l'aide d'un applicateur de type "Hockey" de marque Red Weeder. Selon les recommandations de l'étiquette, une solution de 20 % de Round-up a été utilisée. Environ 250 ml de solution était préparé pour traiter les 3 parcelles. Pour les 3 années couvertes par le projet, les parcelles ont donc été traitées de cette façon.

1.1. Méthode à moindre impact

La méthode d'aménagement à moindre impact utilise un seul produit, le glyphosate en humectation. Ce produit possède un indice de risque pour l'environnement (IRE) et un indice de risque pour la santé (IRS) plus faible que l'hexazinone. Cet indice est calculé à l'aide d'un outil disponible dans sage pesticide (www.sagepesticides.qc.ca). Les caractéristiques des applications sont les mêmes que celles mentionnées précédemment dans la méthode conventionnelle. Cependant, deux applications ont été réalisées à chaque année, une en juillet et l'autre en août à 3 semaines d'intervalle.

1.2. Méthode biologique

Une méthode biologique a aussi été testée. Elle consiste à effectuer l'arrachage manuel des mauvaises herbes. Pour les 3 années couvertes par le projet, à la mi-juillet, une équipe de deux personnes a procédé à l'arrachage des parties aériennes des mauvaises herbes présentes dans les parcelles. Le temps de l'opération a été noté afin d'être utilisé dans l'analyse agroéconomique.

Enfin, des parcelles témoins ont également été implantées. L'hexazinone s'applique en pulvérisation avec de l'eau, environ 200 l par hectare. Une pulvérisation d'eau équivalente a donc été réalisée dans toutes les autres parcelles d'études, incluant les témoins. Cette pulvérisation a pour but de s'assurer que les traitements soient équivalents et qu'aucun plant ne soit désavantagé par un déficit hydrique.

Pour chaque technique, les données de recouvrement de mauvaises herbes et de bleuetiers sont mesurées sur les parcelles entières environ une fois par mois entre juin et septembre. À l'extérieur du dispositif, les bandes tampons sont entretenues principalement à l'aide d'une fauche et de l'arrachage au besoin. Aucun autre produit n'est appliqué près des parcelles d'étude. Pour chaque traitement, les paramètres liés aux coûts des opérations sont notés afin de permettre une analyse agroéconomique. Il sera donc possible d'évaluer, en tenant compte des intrants et du salaire des ouvriers/opérateurs, les coûts des différentes méthodes de lutte au terme de ce projet. Pour finir, un traitement statistique des données de type ANOVA a été effectué afin d'évaluer l'effet des traitements et de les comparer.

L'évaluation des rendements initialement prévue au projet n'a pas pu être réalisée. Le site choisi étant à fort potentiel, le bleuet y est bien établi. En revanche, compte tenu du jeune âge de la bleuetière, la production de fruit y est encore très marginale. La quantité de bleuets récoltés dans l'ensemble du dispositif ne permettait pas d'en faire une analyse utile.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Recouvrement des mauvaises herbes

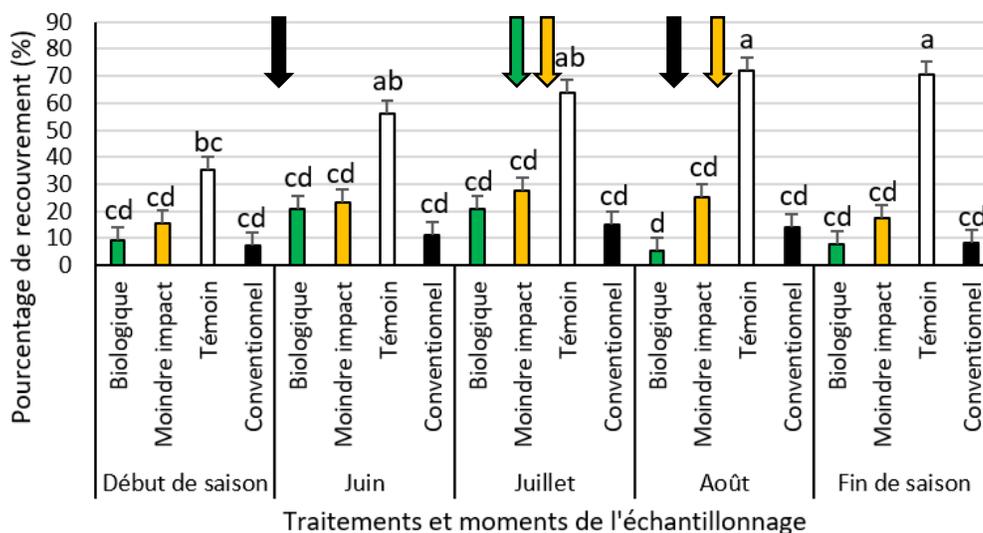


Figure 2 : Pourcentage du recouvrement des mauvaises herbes compilé, 2020 à 2022, à chaque évaluation, selon les différents traitements. Les traitements sont représentés par des flèches de couleur. La couleur des flèches correspond aux couleurs attribuées aux différentes méthodes testées. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard. Les lettres représentent les différences significatives entre les traitements.

La figure 2 présente les résultats du recouvrement moyen en mauvaises herbes, à chaque évaluation et selon les différents traitements (Figure 2). Les moments des traitements sont représentés par des flèches aux couleurs correspondantes. La première prise de mesure présente le recouvrement des mauvaises herbes avant les premiers traitements. Il n'y a pas de différence significative entre les parcelles en début de saison (Figure 2). Comme attendu, il est possible de remarquer que le témoin démontre le plus haut pourcentage de mauvaises herbes au terme de la saison, avec une moyenne dépassant les 70 %. En ce qui concerne le traitement conventionnel, le recouvrement en mauvaises herbes dans les parcelles traitées atteint un plateau à environ 15 %. À la suite de l'ajout de glyphosate en humectation, le taux de mauvaises herbes diminue à nouveau, passant de 15 % à un peu plus de 8 %. Pour ce qui est du traitement de lutte à moindre impact, le pourcentage de recouvrement en mauvaises herbes atteint un maximum d'environ 27 % pour les parcelles traitées. À la suite des traitements au glyphosate, le pourcentage de recouvrement diminue dans les parcelles traitées pour atteindre 17 %. Enfin, concernant le traitement biologique, il est possible d'observer que le pourcentage de mauvaises herbes atteint un maximum de 20 % avant l'arrachage. Après le traitement, le recouvrement en mauvaises herbes diminue ne dépassant plus les 7 % (Figure 2). Il est primordial de mentionner que tous les recouvrements en mauvaises herbes ont diminué dans toutes les parcelles sauf les témoins. En fin de saison, cette différence des 3 traitements face au témoin est significative (Figure 2). Il est donc possible d'affirmer que les 3 méthodes utilisées produisent un effet significatif sur le recouvrement en mauvaises herbes, paramètre essentiel lors de l'aménagement d'une bleuetière. La Figure 3 présente des photos des différents traitements prises à la fin du projet, soit au début du mois de septembre 2022 (Figure 3).

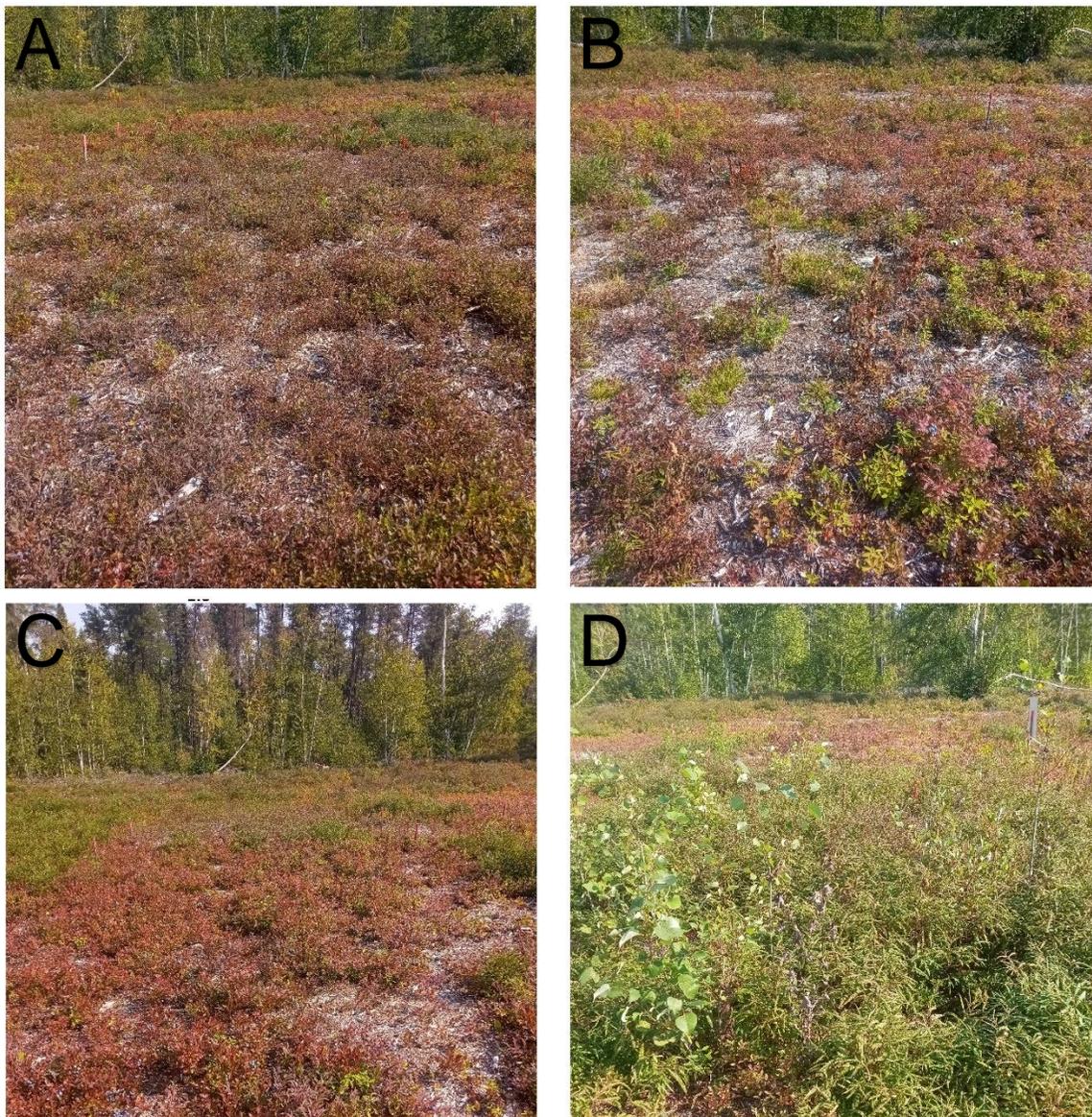


Figure 3 : Photos des différents traitements à la fin du projet, le 1^{er} septembre 2022. A : Méthode conventionnelle, B : Méthode à moindre impact, C : Méthode biologique, D : Témoin.

Les résultats démontrent également que le traitement biologique est le plus efficace pour lutter contre les mauvaises herbes. Toutefois, procéder à l'arrachage des mauvaises herbes est un processus long et coûteux. De plus, l'efficacité démontrée par les traitements dans cette étude doit aussi être mise en perspective avec la composition des espèces végétales présentes dans le dispositif de recherche. En effet, les mauvaises herbes les plus présentes étaient : la comptonie voyageuse (*Comptonia peregrina*), le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*), les peupliers faux-trembles (*Populus tremuloides*), le thé des bois (*Gaultheria procumbens*) et la maianthème (*Maianthemum canadense*). La présence du cornouiller du Canada (*Cornus canadensis*) ou encore de graminées aurait pu influencer négativement les résultats.

Recouvrement des bleuetiers

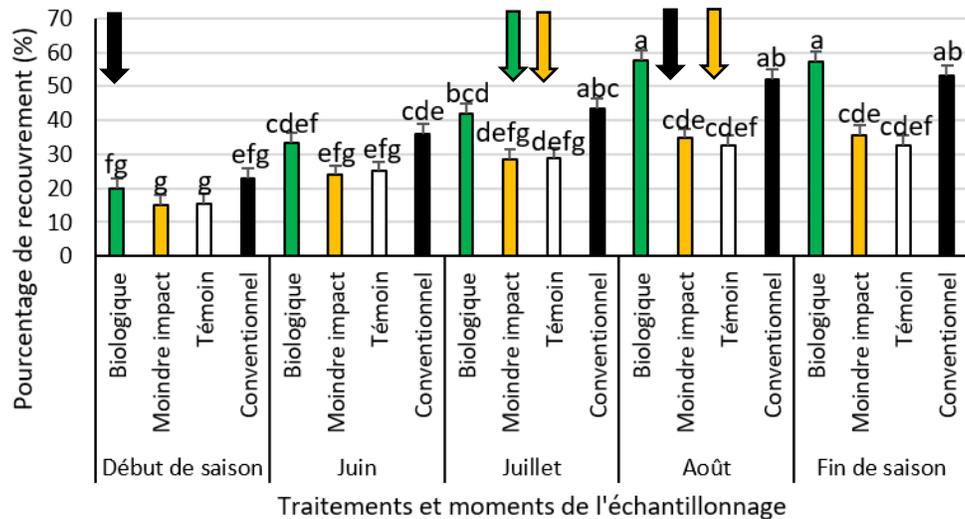


Figure 4 : Pourcentage de recouvrement du bleuet nain compilé, de 2020 à 2022, à chaque évaluation, selon les différents traitements. Les traitements sont représentés par des flèches de couleur. La couleur des flèches correspond aux couleurs attribuées aux différentes méthodes testées. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard. Les lettres représentent les différences significatives entre les traitements.

La figure 4 présente les résultats du recouvrement en bleuetier, selon les différents traitements (Figure 4). Il est possible de remarquer une augmentation globale dans le temps du recouvrement en bleuetier, et ce, pour tous les traitements incluant le témoin. Cette augmentation est suivie par une stabilisation vers le début du mois d'août. Le traitement présentant le recouvrement le plus élevé en fin de saison est le traitement biologique, avec plus de 57 %, suivi de près par le traitement conventionnel, qui obtient un peu plus de 53 %. Le traitement à moindre impact obtient une valeur de fin de saison de 35 %, valeur légèrement supérieure au témoin qui termine la saison avec une moyenne de 32 %. La méthode à moindre impact est donc la seule à ne pas terminer la saison en présentant un recouvrement significativement différent du témoin (Figure 4). Comme présenté à la figure 3, le traitement à moindre impact est efficace pour contrôler les mauvaises herbes dans les parcelles. L'accumulation des traitements annuels permettent un bon contrôle sur les espèces végétales présentes, comme le démontre l'aspect des parcelles en fin d'étude, comparée au témoin (Figure 3). Cependant, les mauvaises herbes, particulièrement les espèces de petite taille (jeune kalmia, cornouiller du Canada, thé des bois, danthonie) restent en partie présentes dans les parcelles. La baisse de recouvrement induite par le traitement est donc principalement la résultante de l'élimination d'espèces hautes comme la comptonie voyageuse (*Comptonia peregrina*), le peuplier Faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*). Les espèces de petite taille demeurent donc au sol, en compétition avec le bleuetier. Pour finir, le traitement conventionnel est le seul traitement où des symptômes de phytotoxicité ont été observés. Ces symptômes étaient mineurs et n'ont pas influencé les recouvrements (Figure 4).

Analyse agroéconomique

Traitement 1.0 (Conventionnel)	Coûts (\$/ha)
Application herbicide 1x	77
Application glyphosate "hockey" 1x	694
<i>Hexazinone</i>	113
<i>Glyphosate</i>	8
Total	892

Traitement 1.1 (Moindre impact)	Coûts (\$/ha)
Application glyphosate "hockey" 2x	1388
<i>Glyphosate</i>	16
Total	1404

Traitement 1.2 (Biologique)	Coûts (\$/ha)
Arrachage 1x	8333
Total	8333

Figure 5. Analyse agroéconomique des différents traitements.

L'analyse agroéconomique est présentée à la figure 5 (Figure 5). Il est possible de remarquer une grande différence entre les coûts des traitements. En effet, un coût total d'environ 900 \$ par hectare a été calculé pour le traitement conventionnel. Le coût total des traitements à moindre impact est évalué à environ 1400 \$ par hectare. Le coût de l'arrachage est nettement plus élevé, soit plus de 8300 \$ par hectare. Les valeurs de références utilisées pour ces calculs sont présentées dans l'Annexe 2 (Annexe 2). Dans ces calculs, les coûts pour l'application à l'aide d'un hockey ainsi que l'arrachage sont calculés à partir des données recueillies par l'équipe. Celles-ci sont probablement surévaluées compte tenu du manque d'expérience des ouvriers. L'arrachage manuel dans la fraise par exemple est évalué à 2600 \$ par hectare. Toutefois, il demeure tout à fait normal que le coût obtenu dans la présente étude dépasse les coûts d'une culture en rang dans des champs agricoles. L'arrachage en milieu forestier est très difficile. Une composition dense de mauvaises herbes et d'arbustes rend la tâche ardue et lente. Les données obtenues dans cette étude démontrent que l'arrachage manuel des mauvaises herbes est la technique la plus efficace, mais de loin la plus coûteuse. Dans un contexte réel, en bleuétière biologique, elle devra être utilisée de manière réfléchie à l'intérieur d'un plan de lutte intégrée afin d'être rentable. Certaines mauvaises herbes hautes telles que la comptonie ou les peupliers seront plus rentables à arracher. L'utilisation de l'arrachage devra probablement être combinée à d'autres méthodes, comme les bioherbicides, afin d'être une solution viable. Des technologies plus modernes comme l'électro-désherbage pourraient aussi être utiles. Le traitement à moindre impact à l'aide de "hockey" est faisable à moyenne et grande échelle pour les producteurs désirant réduire leur impact environnemental. Une utilisation réaliste de cette méthode pourrait inclure le passage d'une machinerie munie d'une rampe avec super-éponges ainsi que des passages au "hockey" dans les zones où les mauvaises herbes sont plus présentes ou encore de plus petite taille.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Tout d'abord, une visite du dispositif expérimental a été effectuée avec un petit comité de producteurs en 2022 afin d'obtenir leurs opinions sur les méthodes testées. Les résultats de cette étude seront présentés lors de l'activité de formation intitulée: Cohorte et diffusion d'informations sur le contrôle des mauvaises herbes en bleuetières biologiques, organisé par le Club Conseil Bleuets en avril 2023. Cette activité réunira les représentants de plus de 15 entreprises. Cette présentation sera enregistrée et mise en ligne afin d'être disponible pour tous les producteurs de bleuets du Québec. Les informations concernant cette présentation seront diffusées sur nos réseaux. De plus, les résultats finaux seront présentés à l'aide d'une fiche et d'un rapport et mise en ligne sur Agri-réseau. Pour finir, les résultats ont été présentés aux conseillers du Club Conseil Bleuets afin d'orienter leurs recommandations auprès des producteurs pour la réalisation des plans de culture.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

L'aménagement d'une bleuetière avec des méthodes alternatives à l'hexazinone a déjà fait l'objet de quelques études dans le passé (Bellemare 2014 ; Bellemare 2011 ; Agrinova 2009). Les recommandations issues de ces recherches mettent en lumière l'importance de valider les méthodes testées et d'acquérir plus de données sur les traitements en aménagement. Les résultats de la présente étude démontrent que l'utilisation systématique de l'hexazinone dans l'aménagement des bleuetières n'est pas nécessaire. La méthode conventionnelle autant que celle à moindre impact et celle biologique doit être utilisée de façon raisonnée en fonction des espèces végétales présentes et de l'ampleur des problématiques. Les résultats démontrent qu'il est possible, par exemple, d'utiliser seulement le glyphosate en humectation afin de garder un contrôle semblable à la méthode conventionnelle. Les résultats démontrent aussi qu'économiquement l'arrachage biologique devrait être combiné à d'autre technique, à l'intérieur d'un plan de lutte intégrée, afin qu'il soit réaliste d'utiliser cette méthode à moyenne et à grande échelle.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Pour obtenir de l'information supplémentaire relativement au projet, veuillez contacter Mme Marie-Ève Moreau, directrice générale du Club Conseil Bleuët.

Marie-Ève Moreau, agr.
Directrice générale
Club Conseil Bleuët
112, avenue de l'Église, suite 202
Dolbeau-Mistassini, Qc G8L 4W4
Téléphone : 418-239-0080 poste 23
marie-eve.moreau@clubbleuet.com

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 2.1 du programme Prime-Vert : Approche régionale, avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Merci à monsieur Jean Lafond pour son aide précieuse. Merci aussi aux employés du Club Conseil Bleuët qui ont collaboré sur le projet. Pour finir, merci aux administrateurs de la Bleuetière d'Enseignement et de Recherche (BER) pour leur collaboration.

RÉFÉRENCES

Agrinova. 2009. *Évaluation des pratiques ayant le meilleur potentiel de réduction des herbicides dans la production de bleuet nain*. Essai et expérimentation sur la pollinisation et la réduction des herbicides dans la production du bleuet semi-cultivé au Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec, 38 p.

Bellemare, M. 2011. *Aménagement d'une bleuetière sans hexazinone – Phase 2 : Développement d'une régie biologique : Lutte contre les mauvaises herbes*. Québec, 38 p.

Bellemare, M. 2014. *Développement d'une régie biologique de lutte contre les mauvaises herbes dans une bleuetière aménagée sans hexazinone*. Québec. 13 p.

Giroux, I. 2008. *Bilan sur la présence d'hexazinone dans des cours d'eau près de bleuetières du Saguenay–Lac-Saint-Jean*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 14 p.

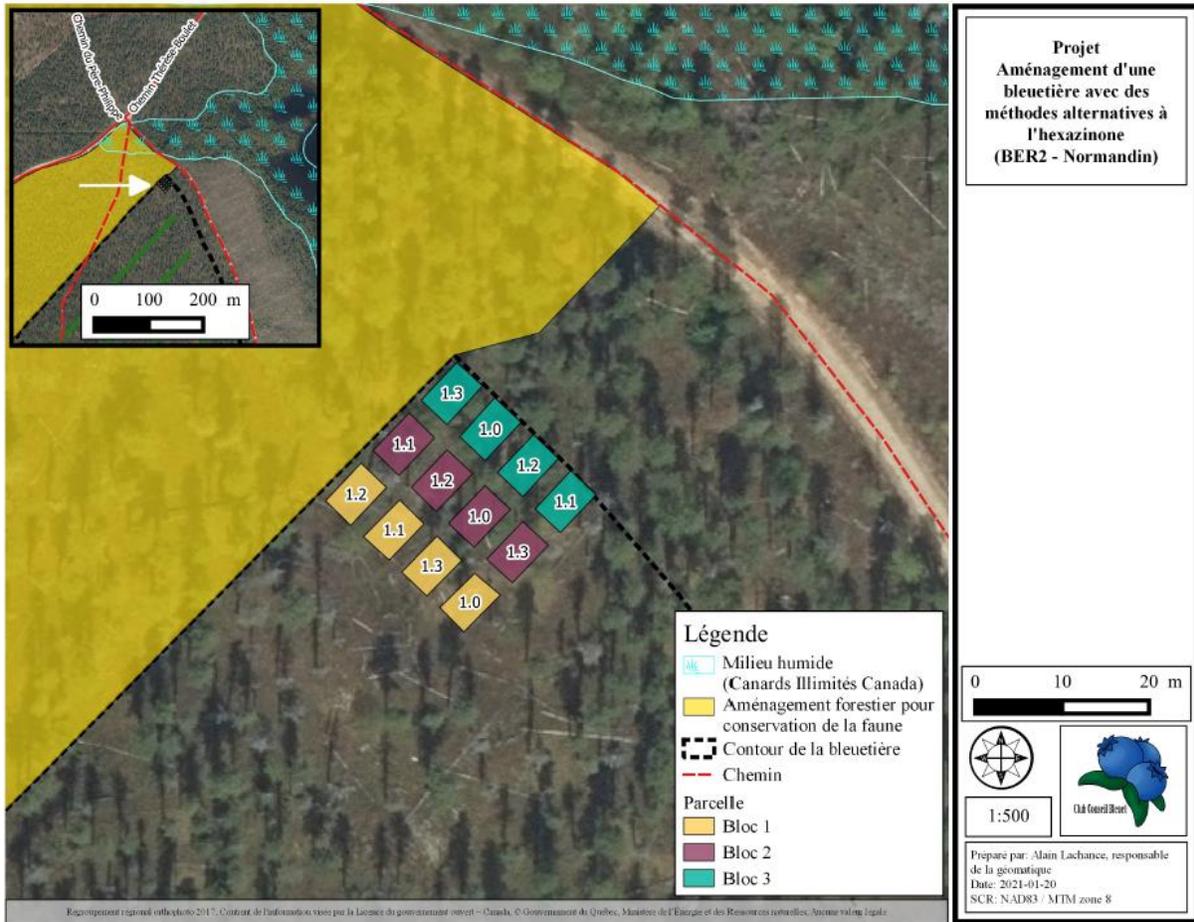
Giroux, I. et St-Gelais, I. 2010. *Hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuetières, Saguenay–Lac-Saint-Jean*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 16 p.

Gorse, I., Grégoire, F., Laverdière, C. et Roussel, T. 2002. *Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec*. Les Publications du Québec, 476 p.

Gouvernement du Québec. 2018. *Culture du bleuet*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation Québec.

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation du dispositif



Annexe 1 : Localisation du dispositif expérimental sur le site de la BER2 de Normandin, Saguenay–Lac-Saint-Jean.

Annexe 2 : Analyse agroéconomique

Coûts fixes et réparations

Coûts fixes et réparation (\$/h)*	Coût variable (\$/h)
114,21	93,15

Ajustement du carburant

Prix du carburant référence*	Prix du carburant actuel	Facteur ajust. Lubrifiant	Consommation carburant (l/h)	Carburant et lubrifiant ajusté (\$/h)	Coût variable (\$/h)
1,00	1,75	1,15	18,20	15,70	77,45

Coût horaire

Coût horaire (\$/h)*	Main d'œuvre (\$/h)	Coût d'opération (\$)
207,35	20,00	227,35

Coût des applications

Application herbicide*	(\$/ha)	77,00
Super-éponge**	(\$/ha)	103,00

*Tracteur 55 Kw & Arroseuse trainée, 2840 L - 60'

** CRAAQ AGDEX 235/821b

Annexe 2 : Valeurs utilisées pour l'analyse agroéconomique.