



LE SEIGLE D'AUTOMNE

ESSAI DE LA FERTILISATION
EN BORE SUR L'APPARITION
DE L'ERGOT ET LE RENDEMENT

Ce projet a obtenu un soutien financier du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, dans le cadre du programme agricole « Appui et développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région, volet Innovation et essai ».

Rédaction :

Denis Ruel, agronome, MAPAQ Centre-du-Québec.

Bruce Gélinas, agronome, M. Sc. MAPAQ Mauricie

Paméla Magnan-Baril, étudiante stagiaire, MAPAQ Centre-du-Québec

Collaboration à la conduite des essais :

- **Julie Durand**, M. Sc., agronome, département Recherche, Semican inc.
- **Brigitte Duval**, agronome, MAPAQ Centre-du-Québec
- **Jean Goulet**, B. Sc. A., département Recherche, Semican inc.
- **Maryse Lacroix**, technicienne, Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec, Nicolet
- **Caroline Leblanc**, technicienne agricole, MAPAQ Centre-du-Québec
- **Étienne Tessier**, Ferme ETNA inc.

Photographies :

- **Bruce Gélinas**, agronome, MAPAQ Mauricie
- **Paméla Magnan-Baril**, étudiante stagiaire, MAPAQ Centre-du-Québec
- **Denis Ruel**, agronome, MAPAQ Centre-du-Québec

REMERCIEMENTS

Nous adressons des remerciements sincères aux deux entreprises agricoles participantes :

- **Ferme ETNA inc.**, Sainte-Anne-de-la-Pérade, monsieur **Étienne Tessier**;
- **Semican Atlantic inc.**, Plessiville, monsieur **Jacques Beauchesne**.

Remerciements également à tous nos collaborateurs, précédemment nommés, pour la prise de données et d'observations, les photographies, le classement des grains, etc.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	1
1. INTRODUCTION	1
1.1 LE SEIGLE D'AUTOMNE	1
1.2 L'ERGOT DU SEIGLE.....	2
<i>Figure 1 - Cycle épidémique de l'ergot (Claviceps purpurea Tul.), maladie fongique affectant les céréales et autres graminées (adapté de Menzies et Turkington, 2015 ; Bailey et coll., 2004).</i>	<i>3</i>
2. DESCRIPTION DES SITES ET DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX	5
Tableau 1 : Caractéristiques agronomiques et pratiques culturales des sites expérimentaux.....	6
Tableau 2 : Caractéristiques agronomiques des dispositifs expérimentaux pour les deux sites à l'étude....	7
Tableau 3 : Comparaison des trois variétés utilisées dans ce projet	8
3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	9
3.1 ANALYSES FOLIAIRES	9
Tableau 4 : Résultats de l'analyse foliaire générale, avant l'application de bore, dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert d'Arthabaska pour la variété de seigle d'automne Danko.....	9
Tableau 5 : Résultats des analyses foliaires pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko.....	10
Tableau 6 : Résultats des analyses foliaires pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto	11
3.2 ÉPIS PAR MÈTRE CARRÉ.....	11
Tableau 7 : Moyenne des résultats obtenus lors du comptage d'épis/m² pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko¹.....	12
Tableau 8 : Moyenne des résultats obtenus lors du comptage d'épis/m² pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto¹	12
3.3 RENDEMENTS ET CLASSEMENT DES GRAINS.....	12
Tableau 9 : Moyennes du rendement et de la classification des grains pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko¹.....	13
Tableau 10 : Moyennes du rendement et de la classification des grains pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto¹	14
3.4 IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES SOLUTIONS.....	15
4. CONCLUSION	15
BIBLIOGRAPHIE	18

ANNEXE I	22
<i>Figure 2 - Schéma des parcelles du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska contenant la variété Danko.</i>	22
<i>Figure 3 - Schéma des parcelles du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade contenant les variétés Gauthier et Brasetto</i>	22
ANNEXE II	23
ANNEXE III	25
ANNEXE IV	27
ANNEXE V	30

RÉSUMÉ

Le bore jouerait un rôle important sur la viabilité et la germination du grain de pollen dans les céréales. Il pourrait avoir une influence sur la gravité d'infestation par l'ergot dans la plante et réduirait la stérilité des épillets, du moins chez l'orge (Charron et coll., 1995 ; Pageau et coll., 1994a). L'objectif principal du projet était de vérifier l'effet d'une application de bore dans la culture du seigle d'automne sur la présence de l'ergot et sur le rendement. Deux sites d'essai en champ ont été installés chez des entreprises agricoles au cours de la saison 2018.

Le premier site, à Saint-Norbert d'Arthabaska, a été cultivé selon un mode de culture conventionnelle, avec une variété de seigle à pollinisation libre (Danko) et consistait en trois traitements : témoin TB0 (sans application de bore), avec application de bore liquide TBL (1 kg B/ha sous forme de Solubor 20 %) et avec application de bore granulaire TBG (1 kg B/ha sous forme de Borax 10 %).

Le deuxième site, à Sainte-Anne-de-la-Pérade, a été cultivé selon un mode de culture biologique, avec deux cultivars, un seigle d'automne à pollinisation libre (Gauthier) et un seigle d'automne hybride (Brasetto). À ce deuxième site, il y avait deux traitements en sous-parcelles des cultivars : témoin (sans application de bore) et avec application de bore liquide (1 kg B/ha sous forme de Solubor 20 %). Il y a eu un effet positif sur le rendement du seigle hybride avec l'application du bore au site de Sainte-Anne-de-la-Pérade (avec B : 4 387 kg/ha, sans B : 3 695 kg/ha).

Il y a eu un effet significatif également pour le poids par 1 000 grains entre le traitement Brasetto avec bore et le traitement Gauthier avec bore. Pour tous les autres traitements aux deux sites, il n'y a eu aucun effet significatif de l'application de bore sur les divers paramètres étudiés (épis au mètre carré, rendement ajusté à l'hectare, humidité à la récolte, poids spécifique des grains, pourcentage d'ergot dans les grains, poids de 1 000 grains, indice de grosseur des grains, classement des grains).

Ce projet a permis à Paméla Magnan-Baril, étudiante-stagiaire à la Direction régionale du MAPAQ Centre-du-Québec, de réaliser un stage professionnel dans le cadre de sa formation en agronomie à la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval.

1. INTRODUCTION

1.1 Le seigle d'automne

Le seigle (*Secale cereale* L.) est une plante peu cultivée au Canada. En 2017, il représentait moins de 1 % de la superficie totale ensemencée en grandes cultures sur le territoire canadien (Statistique Canada, 2018c). La culture de printemps, qui était le mode d'exploitation du seigle le plus utilisé jusqu'à maintenant, tend à laisser sa place à la culture automnale (Statistique Canada, 2018a; Statistique Canada, 2018b). Cette dernière comporte de nombreux avantages : meilleure répartition du travail en champ durant l'année (semis automnal et récolte hâtive), protection hivernale du sol (diminution de l'érosion hydrique et éolienne), potentiel de

rendement supérieur, etc. (Ruel et Gélinas, 2018). Le Québec suit la tendance canadienne. Pourtant, le seigle est une plante plus rustique que le blé et son potentiel de survie aux hivers québécois est supérieur. Comparativement aux autres céréales d'automne, le seigle est celui qui commence sa croissance printanière le plus hâtivement (Gélinas, 2018). Le seigle possède également des propriétés allélopathiques efficaces, ce qui lui permet de contrer la présence de mauvaises herbes en champ (Robert, 2017). L'utilisation des herbicides est donc minimisée ou tout simplement non requise (Robert, 2017).

L'arrivée du seigle hybride sur le marché canadien pourrait raviver l'intérêt pour cette culture. Un hybride est le fruit d'un croisement entre deux variétés, l'utilisation d'un seigle hybride comporte des avantages : potentiel de rendement et qualité supérieurs, ainsi qu'une meilleure uniformité (EAVIS, 1996). Étant une espèce hétérogame, ça rend la création d'hybrides plus facile (Gélinas, 2018). À l'heure actuelle, cinq variétés hybrides de seigle d'automne sont enregistrées pour la commercialisation au Canada (ACIA, 2018). Tout porte à croire que ce nombre augmentera dans les prochaines années.

Malgré ces nombreux avantages, le seigle n'est pas exploité à son plein potentiel au Canada. Cela est notamment causé par la faible disponibilité des marchés de commercialisation et par le manque d'information liée à sa régie de culture (Ruel, 2018). Depuis quelques années, divers intervenants du milieu agricole, dont les conseillers en grandes cultures du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) réalisent des essais pour développer la culture du seigle d'automne au Québec.

1.2 L'ergot du seigle

Un facteur limitant le développement de la culture du seigle d'automne est sa susceptibilité à l'ergot, une maladie fongique qui entraîne une diminution de rendement en grains et la formation de sclérotés sur l'épi (Miedaner et Geiger, 2015). Les sclérotés sont une structure de dormance du champignon, lui permettant de survivre à l'hiver. Un printemps caractérisé par un temps froid et humide favorise la germination de sclérotés, entraînant la libération des ascospores (spores sexuées) du champignon (Menziez et Turkington, 2015). Les ascospores sont transportées principalement par le vent et la pluie vers les fleurs de la céréale (Pageau, 2001). Lorsque celles-ci sont ouvertes, il peut y avoir début d'un cycle épidémique. Quelques jours après l'infection, il y a présence d'un liquide visqueux sucré (le miellat) sur l'inflorescence. Le miellat contient de nombreuses conidies (spores asexuées) qui peuvent ensuite entraîner la propagation secondaire de la maladie en attirant des insectes qui propageront les spores du champignon (Menziez et Turkington, 2015 ; Bailey et coll., 2004). Les spores qui réussissent à atteindre les fleurs ouvertes de la céréale pénètrent dans l'ovaire pour en utiliser les réserves d'énergie et former un sclérote à la place du grain. Lorsque matures, ces sclérotés se détachent facilement des épillets, naturellement ou encore durant la récolte. Certains sclérotés tombent au sol et le reste est mélangé avec les grains récoltés. La figure 1 présente le cycle épidémique de cette maladie.

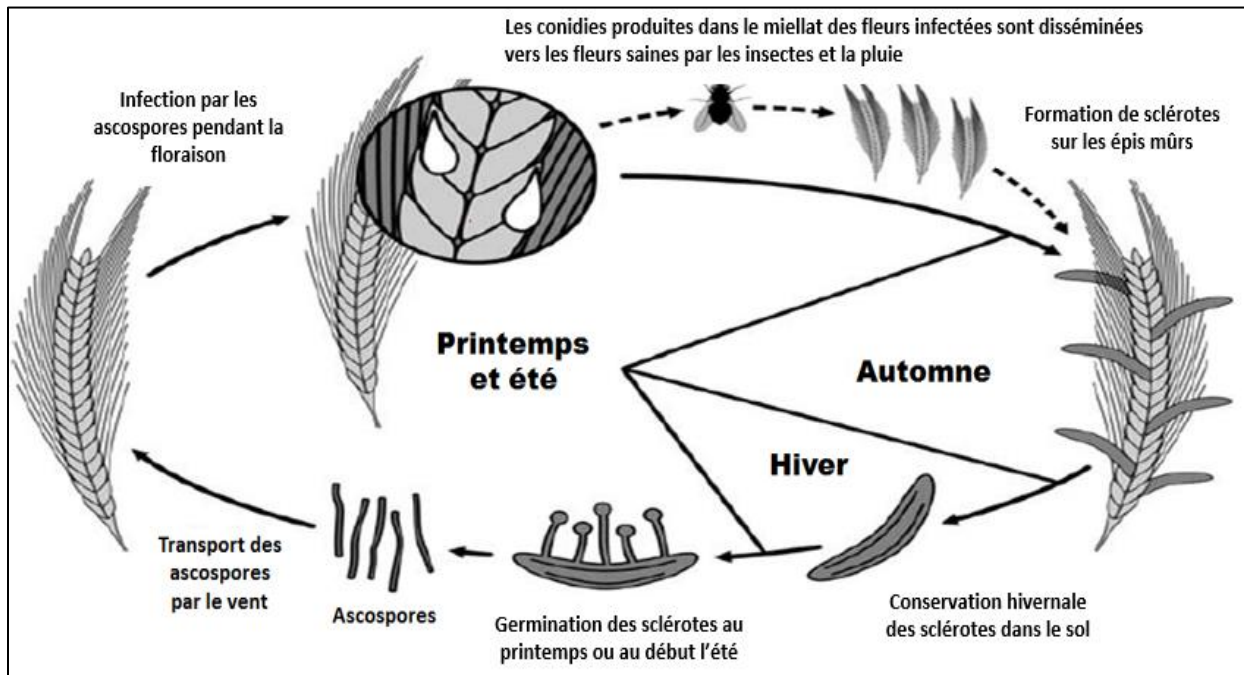


Figure 1 - Cycle épidémique de l'ergot (*Claviceps purpurea* Tul.), maladie fongique affectant les céréales et autres graminées (adapté de Menzies et Turkington, 2015 ; Bailey et coll., 2004).

La plus grande susceptibilité du seigle à l'ergot s'explique par le fait que c'est une plante hétérogame. Les fleurs ouvertes et non pollinisées sont des portes d'entrée pour les spores (Lorenz et Hosney, 1979 ; Bailey et coll., 2004). Ce champignon peut toutefois s'attaquer à toutes les espèces de graminées, incluant les mauvaises herbes comme le chiendent.

La présence de l'ergot dans le seigle est reconnue depuis le Moyen Âge, l'ergotisme (alors appelé feu de Saint-Antoine) était alors une maladie fréquemment rencontrée (Miedaner et Geiger, 2015). Les sclérotés contiennent des toxines alcaloïdes pouvant affecter autant les humains que les animaux d'élevage (Miedaner et Geiger, 2015). Les toxines que contient ce champignon peuvent causer de graves problèmes de santé, tant psychologiques que physiologiques, comme des convulsions, des pertes d'équilibre, une réduction du gain de poids ainsi que des problèmes de reproduction (Charron et coll., 1995). Dans certains cas, une intoxication à l'ergot peut causer la gangrène d'un ou des membres du corps et possiblement mener à la mort (Bailey et coll., 2004). La concentration des toxines alcaloïdes contenues dans les sclérotés est variable, selon les souches du champignon, et la tolérance à ces toxines est différente d'un animal à l'autre. Cependant, la quantité de sclérotés ne devrait pas être supérieure à 0,1 % du poids de la ration totale journalière des animaux (Seaman, 1980). Au-delà de cette limite, l'ingestion de ces alcaloïdes est considérée comme dangereuse.

De nos jours, la contamination par les toxines alcaloïdes de l'ergot est bien contrôlée dans les aliments provenant de la commercialisation. L'inspection des cultures à maturité et des grains récoltés permet d'éviter ce problème (Bailey et coll., 2004). Les taux maximums d'ergot sont de 0,33 % pour le grade OC/EC n° 3, 0,20 % pour le grade OC/EC n° 2 et de 0,05 % pour le grade OC/EC n°1 (Commission canadienne des grains, 2017). Au-delà de 0,33 % d'ergot, les grains sont classés « échantillon ».

Dans les Prairies canadiennes, la présence de l'ergot dans la culture du blé dur ambré est un problème de taille. En 2008 et 2014, c'est respectivement 15 % et 14 % des échantillons récoltés de blé dur ambré de l'Ouest qui étaient infestés d'ergot (Menziés et Turkington, 2015). Selon ces mêmes auteurs, certaines pratiques de gestion peuvent avoir une influence sur la gravité d'infestation par l'ergot dans une culture (rotations culturales, gestion des sols, fertilisation, méthodes d'ensemencement, pratiques liées à la récolte).

La maladie peut être contrôlée en utilisant des semences exemptes d'ergot et en laissant deux années entre la culture d'espèces susceptibles sur un même champ. Aussi, il est conseillé de contrôler les mauvaises herbes susceptibles qui se trouvent souvent en bordure de champ (Schlegel, 2013).

Une étude réalisée au Québec dans les années 1990, dans la région du Lac-Saint-Jean, a démontré qu'il existe un lien entre la fertilisation en bore et la densité d'épis ergotés pour les cultivars d'orge sensibles à la maladie (Charron et coll., 1995). En effet, les résultats obtenus lors de cette étude illustrent le rôle du bore dans la viabilité et la germination du pollen des céréales, ce qui permet de réduire l'incidence de la maladie. Selon le Guide de référence en fertilisation publié par le CRAAQ (Parent et Gagné, 2010), une application de 0,5 à 1 kg B/ha semble efficace pour combler les besoins de l'orge pour les sols carencés en bore. Cet élément peut être appliqué sous forme granulaire avant le semis ou sous forme liquide, tôt en saison (Parent et Gagné, 2010). Comme mentionné précédemment, les informations disponibles concernant la régie de culture du seigle d'automne sont limitées, principalement celles liées à la fertilisation et à la sensibilité des cultivars face à l'ergot. Un projet d'essai sur la fertilisation en bore dans le seigle d'automne a donc été mis en place.

Des questions ici se posent. L'application de bore dans les parcelles de seigle d'automne peut-elle faire diminuer l'incidence des épis ergotés dans la céréale et le rendement? La méthode d'application de bore, soit granulaire ou foliaire a-t-elle des effets sur la résistance à l'ergot du seigle d'automne et sur son rendement? Chez le seigle d'automne, la variété hybride est-elle plus propice à la présence de grains ergotés que la variété à pollinisation libre?

L'effet physiologique du bore chez la plante se produit plus particulièrement lors de la reproduction. Plusieurs études ont démontré l'effet de cet élément mineur sur la viabilité et la germination du grain de pollen dans les céréales (Charron et coll., 1995; Pageau et coll., 1994a). Chez l'orge, les cultivars sensibles ont présenté une réponse à la fertilisation en bore : maturité légèrement plus hâtive, stérilité des épillets réduite et meilleure germination du pollen (Charron et coll., 1995). La période d'inoculation semble avoir également une influence sur le niveau de résistance à la maladie. Campbell et Tyner (1959) soulignent que l'orge, inoculée par les spores de l'ergot, est plus susceptible d'être affectée par la maladie lors des premiers moments de l'épiaison.

L'étude de Charron et coll. (1995) rapporte une efficacité semblable chez les cultivars de céréales sensibles, tant avec une application de bore sous forme granulaire effectuée avant le semis, qu'avec une application de bore foliaire réalisée tôt en saison, au stade 2 à 4 feuilles. Le bore est un élément mineur peu mobile dans la plante et les engrais granulaires appliqués au

sol pourraient donc être potentiellement plus efficaces, puisqu'ils sont distribués directement par le phloème vers les tissus qui démontrent un besoin (Brown et Shelp, 1997). Par contre, il est possible que lors de l'application du bore sous forme liquide, à l'aide d'un pulvérisateur, une partie de la solution d'engrais liquide peut atteindre la solution du sol, si l'engrais n'est pas capté totalement par le feuillage des plantes.

L'article de Miedaner et coll. (2017) mentionne que les variétés hybrides sont plus sensibles à ce champignon pathogène, surtout lorsque les conditions de floraison sont caractérisées par un climat froid et pluvieux. Lors de telles conditions environnementales, le pollen relâché par certaines de ces variétés peut être insuffisant. Il est pertinent de souligner que cette situation concorde avec les conditions favorables à la germination des sclérotés. Les résultats d'essais en champ, réalisés précédemment par Ruel et Gélinas (2018) soutiennent cet énoncé. Ainsi, parmi les trois variétés de seigle utilisées, les mêmes que celles utilisées dans ce présent essai (soit Brasetto, Danko et Gauthier), c'est la variété hybride qui a obtenu la plus grande teneur en ergot dans les grains récoltés (1,13 grain/300 g), suivi de la variété Danko (0,56 grain/300 g) et Gauthier (0,25 grain/300 g).

2. DESCRIPTION DES SITES ET DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Deux sites d'essai en champ ont été installés chez des entreprises agricoles. Le premier site, à Saint-Norbert-d'Arthabaska, en régie conventionnelle, n'incluait qu'un seul cultivar à pollinisation libre (Danko). Les parcelles expérimentales étaient disposées en blocs aléatoires complets avec six répétitions. Ces blocs contenaient trois traitements : témoin (sans application de bore), avec bore liquide (1 kg B/ha sous forme de Solubor 20 %) et avec bore granulaire (1 kg B/ha sous forme de Borax 10 %). Le second site, à Sainte-Anne-de-la-Pérade, était en régie biologique. Ce dernier avait deux cultivars, Gauthier (à pollinisation libre) et Brasetto (un hybride). Les parcelles y étaient disposées de façon aléatoire et contenaient deux traitements pour chacun des cultivars : témoin (sans application de bore) et avec application de bore liquide (1 kg B/ha sous forme de Solubor 20 %). La superficie des parcelles d'expérimentation était de 24 m² pour la variété Danko, 102 m² pour la variété Brasetto et 127 m² pour la variété Gauthier. Le schéma de chacun des dispositifs expérimentaux est présenté à l'annexe I. Les tableaux 1, 2 et 3 présentent les caractéristiques agronomiques de chacun des sites, de même que les opérations culturales réalisées.

Tableau 1 : Caractéristiques agronomiques et pratiques culturales des sites expérimentaux.

	Site à Saint-Norbert-d'Arthabaska¹	Site à Sainte-Anne-de-la-Pérade
Propriétés du sol⁽¹⁾		
↳ Texture	Loam-sableux	Loam
↳ Série	Kingsey	Batiscan
↳ pH eau	5,8	6,2
↳ pH tampon	6,3	6,5
↳ P (kg/ ha)	369,0	27,0
↳ K (kg/ha)	293,0	160,0
↳ Mg (kg/ha)	239,0	207,0
↳ Ca (kg/ha)	2 000,0	4 133,0
↳ Al (ppm)	1 240,0	ND
↳ Zn (ppm)	6,0	ND
↳ Cu (ppm)	2,7	ND
↳ B (ppm)	0,43	ND
↳ Mn (ppm)	48,0	11,3
↳ Fe (ppm)	263,0	ND
↳ M. O. (%)	4,0	5,7
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> • 120 kg/ha de 12-46-0 (automne 2017) • 120 kg/ha de 0-0-60 (automne 2017) • 200 kg/ha de 27-0-0 (printemps 2018, stade tallage) 	3,5 t/ha de fumier de dinde (automne 2017)
Date de semis	28 septembre 2017	14 septembre 2017
Semoir utilisé	Sunflower (pas de tasse-résidus)	Case Inter 5100
Écartement des rangs	17,5 cm	17,78 cm
Date de récolte	8 août 2018	13 août 2018
Taux de semis	Danko : 185 kg/ha	Gauthier : 175 kg/ha Brasetto : 72,2 kg/ha
Précédent culturaux	<ul style="list-style-type: none"> • Soya (2017) • Seigle (2016) • Foin (2015) 	Foin (2016 et 2017) Grains mélangés (2015)
Préparation du sol	Déchaumeuse (27 septembre)	Herse rotative (20 août) Vibroculteur (3 passages) (25, 28 août et 12 septembre)
Contrôle mauvaises herbes	Refine SG + MCPA ester 30 g/ha + 0,9 l/ha 10 mai 2018 : Tallage du seigle	Aucune pratique culturale pour le contrôle des mauvaises herbes au printemps-été 2018. Fin été 2017 (août et septembre) (voir préparation du sol ci-dessus)

1. Analyse du laboratoire GeoSol pour le site de Saint-Norbert. Extraction avec Mehlich III pour les éléments minéraux et ratio 1 : 1 pour le pH à l'eau.

Le pH eau du site de Saint-Norbert-d'Arthabaska (tableau 1) indique un sol un peu acide. Le niveau de concentration des divers éléments chimiques est adéquat. Puisque l'analyse du taux de bore n'a pas été faite par extraction à l'eau chaude, il est difficile de faire l'interprétation du résultat (Guide de référence en fertilisation [CRAAQ, 2^e édition 2010]). À noter que pour le site de Sainte-de-la-Pérade, il y a eu un apport de 1 tm/ha de chaux calcique fine, à l'automne 2017, soit après la date d'analyse de sol.

Toujours selon l'analyse de sol du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, les besoins en P₂O₅ et de K₂O étaient respectivement de 0 et de 0 à 20 kg/ha (Parent et Gagné, 2010). Pour ces deux éléments, il semble bien que la fertilisation ait été plus que suffisante (apport en P₂O₅ : 55 kg/ha et en K₂O : 72 kg/ha). De plus, le tableau précédent démontre qu'il y a eu un apport d'azote minéral de 68 kg/ha pour ce même site. Selon le *Guide de production des céréales d'automne* (Vanasse, 2018), il est recommandé d'appliquer 90 kg N/ha pour combler les besoins de cette culture. C'est sensiblement le même scénario pour le site de Sainte-Anne-de-la-Pérade. En effet, selon l'analyse du sol de ce site, les besoins en P₂O₅ et en K₂O étaient respectivement de 80 kg/ha et de 45 kg/ha (Parent et Gagné, 2010). On évalue que le fumier de dindon a apporté, en éléments disponibles, 83 kg P₂O₅/ha, de 59 kg K₂O/ha et 81 kg N/ha d'azote.

Pour le site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, l'information concernant la concentration en bore dans le sol était disponible, toutefois la teneur en bore a été obtenue par une extraction avec Mehlich-3. En utilisant le facteur de conversion pour les sols sableux et loameux du *Guide de référence en fertilisation* (Parent et Gagné, 2010), on obtient que le résultat de 0,43 ppm par l'extraction Mehlich-3 est proportionnel à un résultat de 0,33 ppm pour une extraction à l'eau chaude. Ce dernier est associé à une teneur basse en bore soluble du sol. Ce même guide de fertilisation recommande une application de 1 kg B/ha pour ce type de culture.

Tableau 2 : *Caractéristiques agronomiques des dispositifs expérimentaux pour les deux sites à l'étude*

	Site à Saint-Norbert-d'Arthabaska	Site à Sainte-Anne-de-la-Pérade
Variétés	Danko	Gauthier et Brasetto
Traitements	<ul style="list-style-type: none"> • Témoin (0 kg B/ha) • Bore liquide¹ (1 kg B/ha) • Bore granulaire² (1 kg B/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Témoin (0 kg B/ha) • Bore liquide³ (1 kg B/ha)
Nombre de répétitions	6	3
Nombre de parcelles	18	12
Stade de la culture lors de l'application du bore	23-24 (échelle de Zadoks)	22-30 (échelle de Zadoks)
Mode d'application du bore	<ul style="list-style-type: none"> • B liquide : pulvérisateur manuel • B granulaire : à la volée 	<ul style="list-style-type: none"> • B liquide : pulvérisateur manuel

1. Pour l'apport de bore liquide, nous avons utilisé le Solubor (20,5 %). Appliqué le 7 mai 2018.
2. Pour l'apport de bore granulaire, nous avons utilisé le Borax (10 %), dilué avec du matériau inerte. Appliqué le 7 mai 2018.
3. Pour l'apport de bore liquide, nous avons utilisé le Solubor (20,5 %). Appliqué le 9 mai 2018.

Tableau 3 : Comparaison des trois variétés utilisées dans ce projet

Variétés	Date d'enregistrement	Représentant canadien	Type
Danko	Juin 1985	CROP PRODUCTION SERVICES CANADA INC.	Variété conventionnelle
Gauthier	Février 1992	SECAN ASSOCIATION	Variété conventionnelle
Brasetto	Mai 2015	FP GENETICS INC.	Variété hybride

Source : Tiré de Gélinas (2018) et adapté d'ACIA (2018).

Voici les principales données qui ont été recueillies :

- ↪ Analyse foliaire;
- ↪ Épis au mètre carré;
- ↪ Rendement ajusté à l'hectare (14 % d'humidité);
- ↪ Humidité du grain à la récolte;
- ↪ Poids spécifique des grains;
- ↪ Pourcentage d'ergot dans les grains;
- ↪ Poids de 1 000 grains;
- ↪ Indice de la grosseur des grains;
- ↪ Classement des grains (selon la méthode du *Guide officiel du classement des grains*).

Ces données ont été analysées à l'aide de la procédure (GLM) du logiciel SAS 9.4 et la valeur alpha utilisée dans les comparaisons de moyenne était 0,05.

Des analyses de début de saison (7 mai), avant les traitements de bore au site de Saint-Norbert-d'Arthabaska, ont été faites sur un échantillon représentatif de tissus prélevés dans l'ensemble du site expérimental. Pour le site de Sainte-Anne-de-la-Pérade, il n'y a pas eu d'analyse foliaire réalisée en début de saison avant les traitements de bore. Pour les analyses foliaires réalisées aux deux sites d'essai, après les applications de bore, des échantillons composites de chacun des traitements respectifs ont été prélevés. Ces paramètres n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques en raison du manque de réplicats.

La contrainte principale de cette expérimentation est l'incidence de la maladie dans l'environnement à proximité des parcelles, qui est une variable difficile à prévoir et à comptabiliser sous des conditions naturelles d'infestation. Il est difficile de prédire la quantité d'inoculum (spores) durant l'année d'expérimentation. Par exemple, s'il y a peu de libération de spores du champignon pathogène cette année, les différences entre les traitements ont de fortes chances d'être minimales. Également, il semble qu'il y a peu de documentation liée à la sensibilité des cultivars de seigle d'automne utilisés face à l'ergot. L'article de Charron et coll. (1995) mentionne que le traitement en bore fonctionne sur les cultivars d'orge sensibles à la

maladie. Il s'agit d'un aspect difficile à évaluer dans le présent essai. Des informations colligées lors des visites des champs sont présentées en annexe sur l'état de la culture, le développement et la croissance des plants et autres observations pour chacun des sites, de même que des photos illustrant le suivi des parcelles pour chacun des sites d'essais.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Analyses foliaires

Comme le démontre le tableau 4, les concentrations de cuivre et de bore dans les feuilles de seigle, au site de Saint-Norbert en début de saison, étaient trop faibles pour être détectées lors de l'analyse des échantillons foliaires. L'intervalle de suffisance pour ces deux éléments minéraux n'était donc pas atteint selon les critères du Guide d'utilisation de l'analyse foliaire pour la production agricole (C.P.V.Q., 1985).

Tableau 4 : Résultats de l'analyse foliaire générale, avant l'application de bore, dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert d'Arthabaska pour la variété de seigle d'automne Danko.

N ^{bre} total (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)
4,29	0,48	3,47	0,15	0,24	0	34,2	36,1	0	142,7

Note : L'échantillonnage foliaire du seigle a été fait le 2018-05-07, la culture était au stade 23-24 sur l'échelle de Zadoks. Analyse effectuée par le laboratoire Bélisle.

Toujours pour le site de Saint-Norbert-d'Arthabaska, au tableau 5, on observe que les parcelles ayant reçu du bore ont des concentrations nettement supérieures (9 ppm sans bore, 28 ppm pour le bore liquide et 52 ppm pour le bore granulaire). Malgré tout, la valeur critique minimale de la concentration foliaire en bore a été atteinte pour tous les traitements. On remarque que celle de la parcelle avec l'apport de bore granulaire a même dépassé la valeur critique d'excès. Cependant, lors des observations au champ, aucun symptôme de toxicité apparent n'a été observé. Une toxicité peut provoquer le blanchiment des tissus foliaires des plantules et avoir des répercussions sur le rendement ainsi que sur la qualité de la récolte (Brown, 2017 ; Gupta et coll., 1985).

Concernant les autres éléments, on remarque que les concentrations foliaires de cuivre se situent sous le seuil de suffisance. Celles du phosphore, du potassium et du zinc sont près de la limite inférieure de leur seuil de suffisance respectif. En dehors de l'intervalle des valeurs critiques minimales et d'excès, le rendement de la céréale peut chuter rapidement ou plafonner (Parent et Gagné, 2010). Il est important de mentionner qu'aucun symptôme lié à une carence ou à une toxicité n'a été observé sur les plants de seigle.

Tableau 5 : Résultats des analyses foliaires pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko

	Traitement témoin (sans B)	Traitement B Liquide	Traitement B Granulaire	VMC-VCE ¹
Azote total (%)	3,534	3,646	3,538	2,0 - 2,7
Phosphore (%)	0,230	0,240	0,230	0,2 – 0,4
Potassium (%)	1,620	1,660	1,680	1,5 – 3,0
Magnésium (%)	0,220	0,220	0,210	0,15 – 0,50
Calcium (%)	0,640	0,620	0,650	0,2 – 0,5
Cuivre (ppm)	2	3	2	4 – 25
Manganèse (ppm)	44	45	43	20 – 100
Zinc (ppm)	17	17	16	15 – 70
Bore (ppm)	9	28	52	3 – 40
Fer (ppm)	102	105	96	25 – 100

L'échantillonnage foliaire du seigle a été fait le 2018-06-08, la culture était au stade 59-60 sur l'échelle de Zadoks. Les analyses ont été effectuées par le laboratoire Bélisle.

1. Valeurs tirées du tableau 8.5 : Grille d'interprétation des analyses foliaires (CRAAQ)
Basé sur les valeurs de la culture blé (puisque'il n'y a pas de valeurs concernant le seigle).
VMC : Valeur minimale critique
VCE : Valeur critique d'excès

Au site Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les deux variétés de seigle, on remarque au tableau 6 que les concentrations foliaires de phosphore et de magnésium sont près de la limite inférieure de leur seuil de suffisance respectif. Les concentrations foliaires sont assez faibles pour l'ensemble des traitements, malgré le fait qu'il soit possible de remarquer des teneurs supérieures pour les parcelles ayant reçu une application de bore liquide durant la saison. Le traitement sans bore démontre un résultat inférieur à la valeur minimale critique et le traitement avec application de bore se situe près de la limite inférieure de cette même valeur.

Tableau 6 : Résultats des analyses foliaires pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto.

	Variété Gauthier		Variété Brasetto		VMC –VCE ¹
	Traitement témoin (sans B)	Traitement B liquide	Traitement témoin (sans B)	Traitement B liquide	
N (%)	3,9	4,1	4,1	4,3	2,0 - 2,7
P (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,2 - 0,4
K (%)	1,41	1,53	1,68	1,84	1,5 - 3,0
Mg (%)	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15 - 0,50
Ca (%)	0,81	0,84	0,71	0,75	0,2 - 0,5
Al (ppm)	15	15	14	15	-
Cu (ppm)	9,5	10,6	9,2	8,6	4 - 25
Mn (ppm)	23,2	25,5	29,4	28,7	20 - 100
Zn (ppm)	21,0	24,8	22,7	22,7	15 - 70
B (ppm)	5,2	8,2	6,4	11,5	3 - 40
Fe (ppm)	73,9	81,3	75,9	75,6	25 - 100
Na (%)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-

L'échantillonnage foliaire du seigle a été fait le 07/06/2018, la culture était au stade 50–59 sur l'échelle de Zadoks. Les analyses ont été effectuées par le Groupe Environex.

1. Valeurs tirées du tableau 8.5 : Grille d'interprétation des analyses foliaires (CRAAQ, 2010)
Basé sur les valeurs de la culture du blé (puisque'il n'y a pas de valeurs concernant le seigle).
VMC : Valeur minimale critique
VCE : Valeur critique d'excès

3.2 Épis par mètre carré

Pour les deux sites, le nombre d'épis par mètre carré était un peu faible (tableaux 7 et 8). Il faut généralement avoir entre 400 et 500 épis par mètre carré pour obtenir un rendement intéressant (Lubrez, 2017). Toujours pour ces deux sites, on remarque qu'il y a densité d'épis de seigle inférieure à ce que l'on aurait pu s'attendre (Danko : 306 épis/m², Gauthier : 315 épis/m², Brasetto : 362 épis/m²). Tant au site de Saint-Norbert d'Arthabaska (tableau 7), qu'au site de Sainte-Anne-de-la-Pérade (tableau 8), aucune différence significative n'a été observée entre les traitements quant au nombre d'épis par mètre carré.

Tableau 7 : Moyenne des résultats obtenus lors du comptage d'épis/m² pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko¹.

	Traitement témoin (sans bore)	Traitement avec B liquide	Traitement avec B granulaire
Moyenne d'épis/m ²	312 a	301 a	306 a

Le comptage des épis a été réalisé le 6 juillet 2018 et le seigle était au stade 85 sur l'échelle de Zadoks.

1. Les lettres associées à une donnée indiquent qu'il y a une différence significative entre les valeurs obtenues, lorsque les lettres ne sont pas identiques.

Tableau 8 : Moyenne des résultats obtenus lors du comptage d'épis/m² pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto¹.

	Variété Gauthier		Variété Brasetto	
	Traitement témoin (sans bore)	Traitement avec B liquide	Traitement témoin (sans bore)	Traitement avec B liquide
Moyenne d'épis/m ²	301 a	329 a	341 a	383 a

Le comptage des épis a été réalisé le 18 juillet 2018 et le seigle était au stade 85 sur l'échelle de Zadoks.

1. Les lettres associées à une donnée indiquent qu'il y a une différence significative entre les valeurs obtenues, lorsque les lettres ne sont pas identiques.

3.3 Rendements et classement des grains

Au site de Saint-Norbert-d'Arthabaska (tableau 9), aucune différence significative entre les traitements n'a été détectée pour tous les paramètres analysés; le pourcentage d'ergot, le poids de 1 000 grains, l'indice de grosseur des grains, le poids spécifique, l'humidité du grain à la récolte, le rendement des grains récoltés et le classement des grains. Par contre, il y a une différence significative entre les blocs expérimentaux concernant leurs rendements respectifs.

Tableau 9 : Moyennes du rendement et de la classification des grains pour les trois traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska, pour la variété de seigle d'automne Danko¹.

	Traitement témoin (sans B)	Traitement B liquide	Traitement B granulaire
Rendement à 14 % humidité (kg/ha)	3685 a	3551 a	3624 a
Poids spécifique (kg/hl)	71,1 a	70,9 a	70,7 a
Humidité (%)	18,3 a	18,4 a	18,4 a
Ergot (%)	0,014 a	0,021 a	0,017 a
Impuretés (%)	0,12	0,12	0,10
Poids de 1 000 grains (g)	39,9 a	39,8 a	39,8 a
Indice de grosseur ²	1,782 ^E +06 a	1,782 ^E +06 a	1,779 ^E +06 a
Classement des échantillons ³	E.C. n°1 (1) E.C. n° 2 (5) a	E.C. n° 2 (6) a	E.C. n° 3 (1) E.C. n° 2 (5) a

Note : La récolte des parcelles a été réalisée le 8 août 2018 et seules les moyennes sont présentées.

Le classement des grains a été effectué par M^{me} Maryse Lacroix, inspectrice à la Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec.

1. Les lettres associées à une donnée indiquent qu'il y a une différence significative entre les valeurs obtenues, lorsque les lettres ne sont pas identiques.
2. L'indice de grosseur est calculé comme suit : poids spécifique pour 1 000 grains (g/hl)/poids de 1 000 grains (g). Donc, plus le chiffre est grand, plus les grains sont petits ; cela représente le nombre de grains pour remplir un même volume.
3. Classement des grains selon la méthode du *Guide officiel du classement des grains du Canada*. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons qui ont eu ce classement par traitement.

Au tableau 10, pour le site de Sainte-Anne-de-la-Pérade, on remarque que la variété hybride (Brasetto) a obtenu un rendement significativement supérieur, tant pour le traitement avec ou sans bore par rapport à la variété Gauthier. Pour la variété hybride Brasetto, il y a eu un rendement significativement plus élevé pour le traitement avec bore (4 386 kg/ha avec B et 3 695 kg/ha sans B). En ce qui concerne le pourcentage d'ergot, le classement des grains, le poids spécifique, l'indice de grosseur des grains et l'humidité à la récolte, aucune différence significative n'a été obtenue. Dans le cas du traitement avec l'application de bore, l'analyse statistique a révélé qu'il y a une différence significative entre les variétés pour la valeur du poids de 1 000 grains (Brasetto : 31,3 g et Gauthier : 28,4 g).

Bien qu'il n'y ait pas eu d'analyse statistique faite pour les pourcentages d'impuretés, on remarque qu'ils sont plus élevés pour les parcelles situées à Sainte-Anne-de-la-Pérade que celles situées à Saint-Norbert d'Arthabaska : 0,67 à 0,93 à Sainte-Anne-de-la-Pérade (tableau 10), comparativement à 0,10 à 0,12 à Saint-Norbert-d'Arthabaska (tableau 9). Ceci peut être expliqué par le fait que le site de Sainte-Anne-de-la-Pérade est sous régie de culture biologique et qu'aucune action pour le contrôle des mauvaises herbes en champ n'a été effectuée durant la saison de croissance du seigle au printemps-été 2018, comparativement aux parcelles

situées à Saint-Norbert-d'Arthabaska où une application d'herbicide (Refine SG + MCPA ester) a été réalisée lors du stade tallage du seigle, le 10 mai 2018. Par contre, au site de Sainte-Anne-de-la-Pérade, un travail de désherbage mécanique avait été fait à partir du 20 août, avant le semis du seigle à l'automne 2017 (voir tableau 1 à la section 2). De plus, selon nos observations réalisées au cours de la saison de croissance, le contrôle des mauvaises herbes a été, somme toute, très acceptable aux deux sites d'essais.

Tableau 10 : Moyennes du rendement et de la classification des grains pour les deux traitements utilisés dans les parcelles d'expérimentation du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade, pour les variétés de seigle d'automne Gauthier et Brasetto¹.

	Variété Gauthier		Variété Brasetto	
	Traitement témoin (sans B)	Traitement avec B liquide	Traitement témoin (sans B)	Traitement avec B liquide
Rendement à 14 % humidité (kg/ha) ¹	2 510 c	2 282c	3 695 b	4 386 a
Poids spécifique (kg/hl)	72,4 a	72,3 a	72,9 a	73,4 a
Humidité (%)	13,9 a	14,4 a	14,0 a	13,8 a
Ergot (%)	0,027 a	0,040 a	0,030 a	0,027 a
Impuretés (%)	0,67	0,93	0,87	0,90
Poids de 1 000 grains (g)	29,8 ab	28,5 b	30,7 ab	31,3 a
Indice de grosseur ²	2,43 ^E + 06 a	2,54 ^E + 06 a	2,38 ^E + 06 a	2,34 ^E + 06 a
Classement des échantillons ³	E.C. n°1 (2) E.C. n°2 (1) a	E.C. n°1 (2) E.C. n° 2 (1) a	E.C. n° 1 (3) a	E.C. n° 1 (3) a

Note : La récolte des parcelles a été réalisée le 13 août 2018 et seules les moyennes sont présentées.

Le classement des grains a été effectué par M^{me} Maryse Lacroix, inspectrice à la Régie des marchés agricoles et alimentaires du Québec.

1. Les lettres associées à une donnée indiquent qu'il y a une différence significative entre les valeurs obtenues, lorsque les lettres ne sont pas identiques.
2. L'indice de grosseur est calculé comme suit : poids spécifique pour 1 000 grains (g/hl)/poids de 1 000 grains (g). Donc, plus le chiffre est grand, plus les grains sont petits ; cela représente le nombre de grains pour remplir un même volume.
3. Classement des grains selon la méthode du Guide officiel du classement des grains du Canada. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons qui ont eu ce classement par traitement.

3.4 Identification et évaluation des solutions

Cette étude est basée sur l'utilisation d'une fertilisation en bore dans le but d'améliorer la pollinisation des plantes, cependant, il existe d'autres éléments minéraux qui ont une importance certaine à ce stade de croissance. Par exemple, une carence en cuivre peut nuire à la plante en période de pollinisation en entraînant un retard de la floraison et en réduisant la fertilité du pollen (Estevez, 2006). Principalement pour le site de Saint-Norbert-d'Arthabaska, on remarque une teneur faible (sous le seuil de suffisance) en cuivre dans l'analyse foliaire de toutes les parcelles (tableau 5). Compte tenu que la fertilisation en bore dans les parcelles de cette présente étude n'a pas démontré une réduction de l'ergot, la teneur en cuivre pourrait être une piste d'explication. En effet, plusieurs auteurs soulignent l'influence du cuivre dans l'incidence de l'ergot dans les céréales (Menzies et Turkington, 2015; Estavez, 2006). L'expérience d'Evans et ses collaborateurs (1994) concernant la fertilisation en cuivre contre les maladies rencontrées dans la culture de l'orge démontre que l'incidence de l'ergot peut être grandement diminuée et même éliminée avec l'application d'un fertilisant à base de cuivre lorsque le sol en contient une concentration insuffisante. La stérilité du pollen d'une céréale carencée en cuivre peut avoir comme conséquence d'augmenter la durée de floraison des plantes et, par le fait même, faciliter l'accès de ces mêmes fleurs aux spores du champignon pathogène (Evans et coll., 1994).

Tainio (1961) mentionne quatre essais sur l'application de cuivre dans le seigle d'automne, menés en 1952-1953. Les résultats obtenus en lien avec la présence de l'ergot n'étaient pas concluants.

Concernant l'utilisation des hybrides comme moyen de réduire l'incidence de l'ergot, les résultats des parcelles d'expérimentation du site de Sainte-Anne-de-la-Pérade démontrent que l'hybride n'a pas démontré des avantages significatifs sur la présence de l'ergot. Toutefois, il est difficile d'extrapoler les résultats obtenus pour l'ensemble des variétés hybrides et à pollinisation libre, car seulement une variété hybride et deux variétés pollinisation libre ont été utilisées à des fins de comparaison. Les essais précédents, réalisés par Ruel et Gélinas (2018) montraient que la variété hybride contenait un pourcentage d'ergot supérieur aux autres variétés lors d'essais au champ. L'utilisation des seigles hybrides est plus répandue sur le continent européen. Les agriculteurs de cette partie du globe ont accès à une large sélection (Gélinas 2017). Selon la littérature, certaines variétés hybrides sont caractérisées par une augmentation de la fertilité pollinique, ce qui peut être un moyen efficace de contrer la présence de l'ergot (Miedaner et Geiger, 2015).

4. CONCLUSION

Un effet positif et insoupçonné sur le rendement du seigle hybride a été observé avec l'application du bore.

Par contre, à chacun des sites, l'application du bore n'a pas eu d'effet sur les autres paramètres observés. L'absence de réponse était peut-être due à une faible présence de la maladie sur le

site. Il sera nécessaire de répéter ces essais afin de mieux comprendre l'influence de la fertilisation en bore sur la présence de l'ergot dans le seigle et l'effet sur les rendements.

Une fertilisation en bore ou encore l'utilisation de pesticides démontrent des résultats mitigés, tant au plan de l'efficacité contre l'ergot que sur l'aspect économique (Menzies et Turkington, 2015; Tainio, 1961).

Il serait intéressant de continuer à expérimenter l'effet de l'application du bore dans le seigle d'automne en faisant varier d'autres paramètres agronomiques. Par exemple, d'autres cultivars pourraient être mis à l'essai, selon leur niveau de sensibilité à l'ergot, différentes concentrations de bore pourraient être appliquées à des moments de croissance différents, de même que différentes sources de bore pourraient être utilisées, etc. Des essais sur plusieurs années et à différents endroits géographiques seront nécessaires. Comme mentionné précédemment, l'incidence de la maladie dans l'environnement à proximité des parcelles expérimentales est un facteur qui n'a pas été caractérisé. Des graminées affectées par l'ergot ont été observées en bordure des sites d'expérimentation, ce qui confirmait la présence de la maladie, mais l'intensité de l'infestation n'a pas été investiguée. Lors de nouveaux essais au champ, il serait intéressant d'étudier ce paramètre qui permettrait de mieux interpréter les résultats obtenus. Par exemple, des conditions contrôlées d'infestation pourraient être mises en place.

L'utilisation de stratégies préventives, par des pratiques culturales facilement réalisables, semble encore un choix judicieux pour réduire l'incidence l'ergot dans les céréales sensibles comme le seigle. Voici quelques exemples de pratiques culturales recommandées en prévention et lorsqu'une culture est infestée (Schumann et Uppala, 2018; Menzies et Turkington, 2015; Kirby, 1998) :

- Réduire l'inoculum du champignon (exemple : utilisation de semences certifiées, nettoyage des semences de la ferme avant le semis).
- Éliminer les sources externes de la maladie (attention aux hôtes alternatifs, contrôle des plants dits « volontaires » et des espèces non cultivées sensibles à l'ergot en bordure des champs).
- Avoir de bonnes rotations culturales : alterner avec des cultures non affectées par la maladie.
- Enfouir la culture infestée en réalisant un labour profond (les ascospores qui germeront dans ces conditions auront de la difficulté à atteindre la surface du sol et à être propagées par le vent).
- Inspecter les champs pour détecter la présence de cette maladie et prendre les mesures nécessaires pour ne pas répandre les sclérotés dans les champs voisins si la maladie est présente (exemple : nettoyer la machinerie après la récolte).

L'augmentation probable de l'accessibilité à des variétés de seigle hybride pourrait avoir une influence sur le développement des marchés de commercialisation. Ruel et Gélinas (2017) mentionnent que les utilisateurs de céréales, comme les boulangers et les autres producteurs d'aliments, devront évaluer la possibilité d'utiliser les grains de seigle dans leurs produits commercialisés. Le développement des variétés hybrides pourrait devenir intéressant pour les utilisateurs de cette céréale.

BIBLIOGRAPHIE

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 2018. *Variétés d'espèces enregistrées au Canada*. Gouvernement du Canada.
http://www.inspection.gc.ca/active/netapp/regvar/regvar_lookupf.aspx (page consultée le 16 septembre 2018)
- BAILEY, K. L., L. COUTURE, B. D. GOSSEN, R. K. GUGEL et R. A. A. MORRALL. 2004. *Maladies des grandes cultures au Canada*, 1^{re} édition. La Société Canadienne de Phytologie. 318 pages.
- BROWN, C. 2017. *Guide agronomique des grandes cultures*, Publication 811F. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
- BROWN, P. H. et B. J. SHELP. 1997. *Boron mobility in plants*. Plant and Soil. 193 : 85-101.
- CAMPBELL, W. P. et L. E. TYNER. 1959. *Comparaison of degree and duration of susceptibility of barley to ergot and true loose smut*. Phytopathology. 49 : 348-349.
- CHARRON, G., D. PAGEAU et R. SIMARD. 1995. *Effet des cultivars de céréale et d'une fertilisation en bore sur le développement de l'ergot, rapport final*. Ententes auxiliaires Canada-Québec. Programme d'essais et d'expérimentation en agro-alimentaire. 83 pages.
- Commission canadienne des grains. 2017. *Guide officiel du classement des grains : chapitre 5, seigle*. Commission canadienne des grains. 20 pages.
- CHOUINARD et RUEL. 2014. *Les céréales d'automne, un atout dans votre rotation*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/centreduquebec/INPACQInfolettre/productionsvegetales/Pages/cerealesautomne.aspx> (page consultée le 16 septembre 2018).
- C.P.V.Q. 1985. Bulletin technique11 : *Guide d'utilisation de l'analyse foliaire pour la production agricole*, Conseil des productions végétales du Québec. 52 pages.
- EAVIS, R.M, S.E. BATCHELOR, F. MURRAY et K.C. WALKER, 2006. *Hybrid breeding of wheat, barley and rye : developments to date and future prospects*, 76 pages. HGCA - Research Review.
- ESTEVEZ, B. 2006. *L'importance des éléments mineurs : des carences à la toxicité, une préoccupation en agriculture biologique ?* Syndicat des producteurs de grains biologiques du Québec, 25 pages.
- EVANS, I. R., D. C. MAURICE, D. C. PENNEY and E. D. SOLBERG, 1994. *Wheat diseases and copper nutrition*. Alberta Agriculture Food and Rural Development : Soil and Crop Management Branch, 3 pages.

- GÉLINAS, B. 2017. *Le seigle hybride : des possibilités de développement pour les producteurs agricoles et les transformateurs*. Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région : gouvernement du Québec, 26 pages.
- GÉLINAS, B. 2018 *Un avenir doré pour le seigle hybride ?* Gestion et technologie agricoles, vol. 43, 8^e numéro, page 51.
- GUPTA, U. C., Y. W. Jame, C. A. Campbell, A. J. Leyshon et W. Nicholaichuk. 1985. *Boron toxicity and deficiency : a review*. Can. J. Soil Sci. 65 : 381- 409.
- KIRBY, H. W. 1998. *Ergot of cereals and grasses*. University of Illinois at Urbana-Champaign : Department of crop sciences. 107 : 1-4.
- LORENZ, K. et R. C. HOSENEY. 1979. *Ergot on cereal grains*. Critical Reviews in Food Science & Nutrition. 11 (4) : 311-354.
- LUBREZ, D. 2017. *Le livre du seigle hybride*. Deleplanque édition, 39 pages.
- MARTENS, D. C. et D. T. WESTERMANN, 1991. *Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies* : chapter 15. Soil Science Society of America, 5 pages.
- MENZIES, J. G. et T. K. TURKINGTON. 2015. An overview of the ergot (*Claviceps purpurea*) issue in western Canada: challenges and solutions. Can. J. Plant Pathol. 37 (1) : 40-51.
- MIEDANER, T. et H. H. GEIGER. 2015. Biology, genetics, and management of ergot (*Claviceps* spp.) in rye, sorghum, and pearl millet. Toxins. 7 : 659-678.
- MIEDANER, T., C. P. HERTER, H. GOBLAU, P. WILDE et B. HACKAUF. 2017. *Correlated effects of exotics pollen-fertility restorer genes on agronomic and quality traits of hybrid rye*. Plant Breeding. 136 : 224-229.
- MIEDANER, T., S. DÄNICKE, B. SCHMIEDCHEN, P. WILDE, H. WORTMANN, B. S. DHILLON, H. H. GEIGER et V. MIRDITA, 2010. Genetic variation for ergot (*Claviceps purpurea*) resistance and alkaloid concentrations in cytoplasmic-male sterile winter rye under pollen isolation. Euphytica. 173 : 299-306.
- MIRDITA, V., B. S. DHILLON, H. H. GEIGER et T. MIEDANER. 2008. Genetic variation for resistance to ergot (*Claviceps purpurea*) among full-sib families of five populations of winter rye (*Secale cereale* L.). Theor. Appl. Genet. 118 : 85-90.
- PAGEAU, D., J. COLLIN et J. M. WAUTHY, 1994a. *Evaluation of barley cultivars for resistance to ergot fungus, Claviceps purpurea (Fr.) Tul.* Can. J. Plant. Sci. 74 : 663-665.

- PAGEAU, D. 2001. *L'ergot chez l'orge et le blé*. Agriculture et Agroalimentaire Canada. 4 pages.
- PARENT, L.-E. et G. GAGNÉ, 2010. *Guide de référence en fertilisation*, 2^e édition. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 473 pages.
- ROBERT, L. 2017. *Le seigle d'automne : culture de couverture, fourragère, plante-abri et céréalière*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/production/Pages/Seigle_automne.aspx (page consultée le 11 juin 2018).
- RUEL, Denis. 2018. *Culture de seigle d'automne : fiche de gestion de culture dans le cadre du réseau d'essais 2017-2018*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 4 pages.
- RUEL, Denis et Bruce GÉLINAS. 2018. *Le seigle d'automne, un potentiel agronomique certain*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. https://www.agrireseau.net/documents/97280/le-seigle-d_automne-un-potentiel-agronomique-certain (page consultée le 11 juin 2018).
- SCHLEGEL, Rolf H.L. 2013. *Rye, genetics, breeding and cultivation*, CRC Press.
- SCHUMANN, G. L. et S. UPPALA. 2018. *Ergot of rye*. The American Phytopathological Society. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/Ergot.aspx> (page consultée le 11 juin 2018).
- SEAMAN, W. L. 1980. *L'ergot des céréales et des graminées fourragères*. Publication 1438, Agriculture Canada, 14 pages.
- Semican, 2014. *Seigle d'automne*. Semican International. <https://www.semican.ca/fr/produits/semences/cereales/seigle/seigle-d-automne> (page consultée le 16 septembre 2018).
- Statistique Canada, 2018a. *Cartes thématiques du Recensement de l'agriculture : superficie en seigle d'automne selon les divisions de recensement (DR)*, 2016 Canada. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-634-x/2017001/article/54904/catm-ctra-068-fra.htm> (page consultée le 4 juin 2018).
- Statistique Canada. 2018b. *Cartes thématiques du Recensement de l'agriculture : variation de la superficie en seigle d'automne selon les divisions de recensement (DR) de 2011 à 2016* Canada. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-634-x/2017001/article/54904/catm-ctra-070-fra.htm> (page consultée le 4 juin 2018).

Statistique Canada. 2018c. Cartes thématiques du Recensement de l'agriculture : variation de la superficie en seigle de printemps selon les divisions de recensement (DR) de 2011 à 2016 Canada. Statistique Canada.

<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-634-x/2017001/article/54904/catm-ctra-073-fra.htm>.

TAINIO, A. 1961. *Can ergot be controlled by trace element fertilization?* Department of agricultural chemistry and physics agricultural research centre, Tikkurila, Finland. No. 12. Maaseudun Tulevaisuus.

VANASSE, A. 2018. *Guide de production – céréales d'automne*. Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 96 pages.

Schémas des parcelles

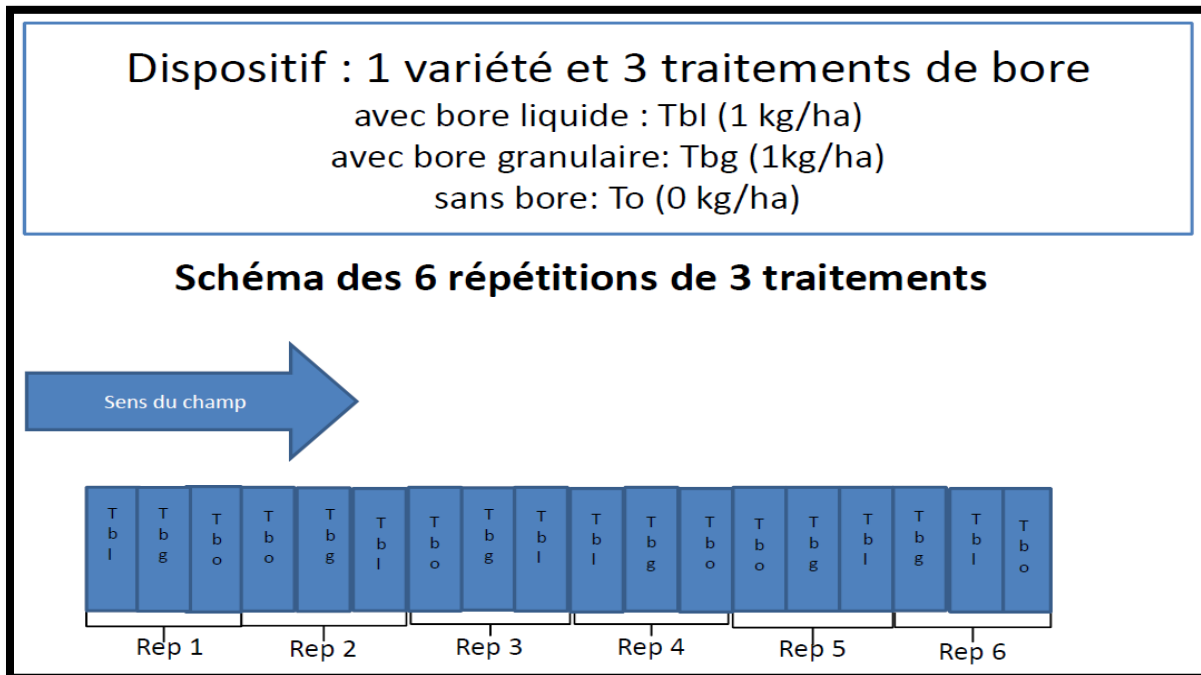


Figure 2 Schéma des parcelles du site à Saint-Norbert-d'Arthabaska contenant la variété Danko.

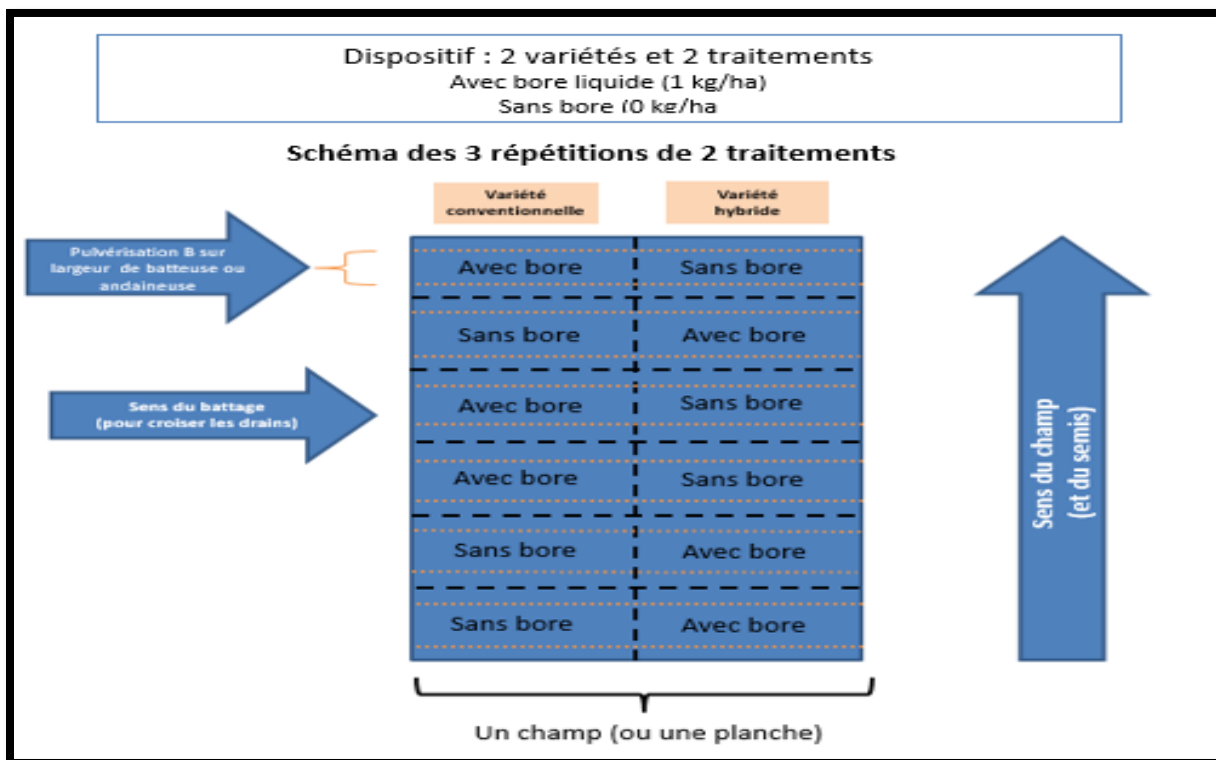


Figure 3 Schéma des parcelles du site à Sainte-Anne-de-la-Pérade contenant les variétés Gauthier et Brassetto

Photos des parcelles de seigle d'automne (Danko) à Saint-Norbert-d'Arthabaska.



Stade 3-4 feuilles
(14 novembre 2017)



Champ de seigle d'automne
(28 mars 2018)



Seigle d'automne au stade croissance de nouvelles feuilles
(24 avril 2018)



Application de bore liquide
(7 mai 2018)



Application de bore granulaire
(7 mai 2018)



Seigle d'automne, stade d'environ 3-4 talles,
développement végétatif, un peu variable
(stade 23-24 Zadoks)
(7 mai 2018)



Stade 59 à 60 Zadoks (anthèse)
(8 juin 2018)



Stade 83 à 85 Zadoks (pâteux-mou)
(6 juillet 2018)



Épis seigle d'automne (traitement bore granulaire)
(6 juillet 2018)



Épis seigle d'automne (traitement bore liquide)
(6 juillet 2018)



Épis seigle d'automne (traitement témoin sans bore)
(6 juillet 2018)

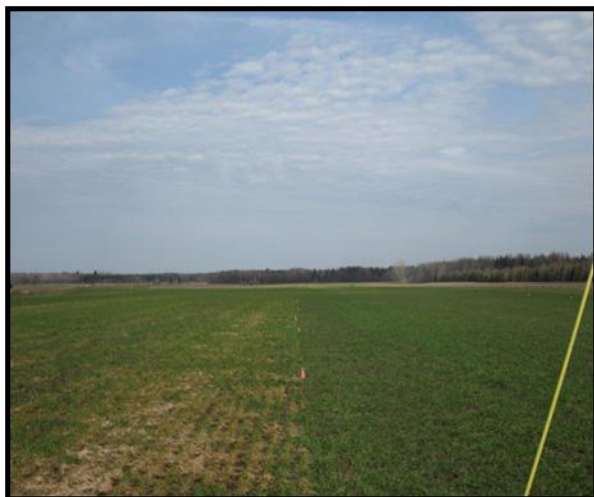


Récolte des parcelles de seigle
(8 août 2018)

Note – Pour chacun des traitements, la taille des épis était variable.

Photos prises par Denis Ruel, Caroline Leblanc et Paméla Magnan-Baril.

Photos des parcelles de seigle d'automne (Gauthier et Brasetto) à Sainte-Anne-de-la-Pérade.



Stade 10 à 14 Zadoks (plantule)
(2 mai 2018)



Préparation de la bouillie (bore)
(9 mai 2018)



Application de bore liquide
(9 mai 2018)



Brasetto (gauche) et Gauthier (droite)
Stade 22 à 30 Zadoks
(9 mai 2018)



Gauthier (gauche) et Brasetto (droite)
Stade 50 à 59 Zadoks (épiaison)
(7 juin 2018)



Stade 83 à 85 Zadoks (pâtureux-mou)
(18 juillet 2018)



Stade 83 à 85 Zadoks (pâteux-mou)
(18 juillet 2018)



Récolte des parcelles
(13 août 2018)

Photos prises par Denis Ruel, Bruce Gélinas et Paméla Magnan-Baril.

Développement des plants et autres observations
(Site Saint-Norbert-d'Arthabaska)

Efficacité du contrôle des mauvaises herbes

Date	No champ	Graminées annuelles	Feuilles larges annuelles	Vivaces
8 juin 2018	119	Céraiste vulgaire	-	-

Commentaires

Bon contrôle en général, présence ici et là de céréaiste vulgaire.

N° champ	Date d'observation	Commentaires
119	14 nov. 2017	Le seigle était au stade 3-4 feuilles, début de la première talle (stade 13-21 Zadoks)
119	23 nov. 2017	Le seigle était stade début du tallage, il n'y a pas beaucoup de changements depuis la dernière visite (stade 20-21 Zadoks). Le gel a laissé des traces de brûlures ou de dessèchement sur les feuilles. Le sol était gelé en surface, il n'y avait pratiquement plus de neige au sol.
119	20 déc. 2017	Les plants étaient beaux et de couleur verte sous la neige. Le sol était gelé en surface sur environ 1 cm de profondeur. Il n'y avait pas de glace au sol. Il y avait environ une couche de 18 cm de neige d'hiver qui recouvrait la surface du champ. La neige était plus légère en surface et un peu granuleuse après le premier 5 cm de profondeur, à partir de la surface.
119	17 janv. 2018	Le sol était gelé en surface sur environ 1 cm de profondeur. En moyenne, 15 cm de neige poudreuse qui couvrait le sol. Il n'y avait pas de glace au sol.
119	19 fév. 2018	Belle journée ensoleillée, environ 3 °C. Caractérisation du sol : sol gelé à plus de 8 cm de profondeur, 4 cm de glace collées sur le sol et 14 cm de neige très granuleuse. Dans un autre trou – dans une cuvette plus bas dans la pente : 17 cm de neige granuleuse, pas de glace et les feuilles très vertes. En général, le sol était très balayé par le vent, pas de neige fraîche à certain endroit, semble très peu couvert /presqu'au sol. Par endroit, il pouvait y avoir entre 11 et 14 cm de neige.
119	28 mars 2018	Couverture de neige très variable dans le champ, le haut de la butte n'est pas couvert et le sol est boueux par endroit (saturé d'eau provenant possiblement de la fonte de neige et des précipitations de pluie ou de neige fondante). Sous cette couche boueuse, le sol est gelé. Hauteur de neige était de 10 à 16 cm, il y avait jusqu'à 5 cm de glace à quelques endroits.

N° champ	Date d'observation	Commentaires
		Caractérisation du sol : sol gelé (environ de 5 cm dans le sol), 2 cm de neige très transformée/presque glacée, 8 cm de neige transformée, très granuleuse jusqu'en surface et les végétaux plus ou moins beaux. Il n'y a pas de glace collée au sol.
119	3 avril 2018	<p>Les plants montraient des feuilles en partie décolorées avec partie sèche. Champ pratiquement tout à découvert.</p> <p>Sol dégelé en surface sur environ 3 à 4 pouces d'épaisseur. Sol très humide voire même, saturé en eau. Sous cette couche dégelée, il y avait environ 5 à 6 pouces de sol gelé en profondeur. Dans la partie en bas de pente ou du moins, là où la pente devient moins forte, le sol était encore plus saturé, il y avait même de l'eau perceptible en surface.</p> <p>Dans le premier 2 pouces de la partie dégelée, la température du sol se tenait à environ 6 °C. Dans la partie gelée, à environ 6 pouces de profondeur, la température du sol était près de 0,5 °C.</p> <p>**À noter que le thermomètre de sol ne peut aller sous zéro et qu'il a une marge d'erreur de 0,5 °C...**</p> <p>Un échantillon des plants de seigle prélevés dans le champ a été apporté dans un endroit propice à leur croissance et après quelques jours, la croissance des plants a recommencé.</p>
119	24 avril 2018	<p>Délimitation des parcelles (6 m x 4 m), 3 traitements - 6 répétitions – 1 variété.</p> <p>Le seigle a bien survécu en général, les nouvelles feuilles se développent. Les feuilles de l'automne dernier se décolorent, elles ont pris une teinte un peu pourpre (aspect jauni ou blanchi) et elles ont les bouts séchés.</p> <p>Température du sol : 11 °C à une profondeur de 2 pouces.</p> <p>Sol complètement découvert de neige. Il est dégelé en surface et en profondeur. Le sol n'était plus saturé en eau, par contre, il était plutôt frais.</p>
119	3 mai 2018	<p>Le seigle était au stade d'environ 3 talles (stade 23 Zadoks).</p> <p>Les parcelles ont été délimitées à l'aide d'un GPS. En partant du bas de la pente, la 6^e parcelle était moins dense, les 5^e et 7^e le sont un peu également.</p>
119	7 mai 2018	<p>Le seigle était au stade d'environ 3-4 talles et son développement végétatif était un peu variable (stade 23-24 Zadoks). Un échantillonnage des feuilles a été fait pour analyse.</p> <p>Température du sol : 20 °C à une profondeur de 2 ½ pouces.</p> <p>Application du bore granulaire (borax 10 %) en avant-midi et du bore liquide (solution 20,5 %) en après-midi.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ *Pulvérisateur portatif (marque ECHO) : test de débit. <p>Volume de 1 150 ml pour 1 minute/buse.</p> <p>Largeur application buse d'environ 0,5 m pour une surface de 24 m².</p> <p>Donc vitesse optimale de 2,4 km/h.</p>
119	25 mai 2018	<p>Le seigle était au stade gonflement à début épiaison (stade 45 à 47 Zadoks).</p> <p>Il n'y a pas de différences notables visuellement entre les parcelles.</p> <p>**Trace d'arroseuse dans les parcelles. **Traitement herbicide confirmé.</p>

N° champ	Date d'observation	Commentaires
119	31 mai 2018	<p>Le seigle était au stade fin d'épiaison (stade 57 à 59 Zadoks).</p> <p>Hauteur moyenne des plants : 55 à 60 cm.</p> <p>Les feuilles étendards sont déployées.</p> <p>Il y a peu de mauvaises herbes dans le champ, le traitement herbicide semble avoir bien fonctionné. Les traces d'arroseuses sont encore un peu visibles dans le champ.</p> <p>Il n'y a pas de différence de couleur ou de développement des plants entre les parcelles qui ont reçu différents traitements. Il y a des symptômes de « chaleur » sur la majorité des plants.</p>
119	8 juin 2018	<p>Le seigle était au stade : épiaison complétée à début de l'anthèse (variable).</p> <p>Échantillonnage foliaire réalisé sur le côté sud de la parcelle, opposée aux traces de tracteur dans le champ.</p> <p>Hauteur moyenne : 108 à 115 cm (c'est variable, ça pouvait aller de 60 à 122 cm).</p> <p>Il n'y a pas de différences visibles entre les traitements (couleur, croissance et hauteur).</p> <p>Bon contrôle des mauvaises herbes en général.</p>
119	22 juin 2018	<p>Le seigle était au stade : fin de la floraison (vieilles fleurs sur le bout des épis). Présence de quelques épis blanchis dans le champ.</p>
119	6 juillet 2018	<p>Le seigle était au stade : pâteux mou (comptage des épis par mètre²). La hauteur était variable (moyenne de 32 à 45 pouces). Pour chacun des traitements, la taille des épis était variable.</p>
119	30 juillet 2018	<p>Humidité du grain autour de 20 à 22 %, récolte reportée de quelques jours.</p>
119	8 août 2018	<p>Le seigle était au stade : maturation complétée (récolte).</p>

Développement des plants et autres observations
(Site de Sainte-Anne-de-la-Pérade)

N° champ	Traitement	Date d'observation	Commentaires
22a	Toutes les parcelles	19 décembre 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Le sol est enneigé sur toute la surface du champ (20 cm de neige). • La neige est poudreuse et non transformée. • La glace est collée au sol : 1,75 cm. • Le sol gelé : 8 cm de profondeur. • Il y a eu passablement de pluie (quelques semaines auparavant) et celle-ci a causé une couche de glace au sol (sous la neige).
22a	Toutes les parcelles	25 janvier 2018	<p>Le champ est couvert de glace.</p> <p>1^{er} TROU (environ 40 à 48 cm, 35 cm vis-à-vis du piquet de la sonde).</p> <p>Couche glacée : 5 cm.</p> <p>À partir de la surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,5 cm de neige glacée (grésil); • 4 à 5 cm de neige poudreuse; • 1 à 2 cm de neige glacée; • 20 cm de neige poudreuse sèche; • 2 cm de neige glacée et verglacée; • 5 cm de neige transformée (neige sèche, un peu de sel); • 2 cm de neige glacée ou verglacée; • 12 cm de neige transformée (genre en sel). <hr/> <p>2^e TROU (environ 30 à 32 cm de neige), situé à l'est des parcelles, il semble y avoir une raie de curage.</p> <p>Points GPS (Lat. 46,6249 et Long. -72,2035).</p> <p>Sous la glace, collée au sol : le sol est dégelé.</p> <p>À partir de la surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur d'environ 6 cm de neige transformée en sel; • 15 à 16 cm de glace sur l'autre couche de glace (qui est collée au sol); • La glace collée au sol a une épaisseur d'environ 5 cm.

N° champ	Traitement	Date d'observation	Commentaires
			<p>3^e TROU (situé sur le coteau/sur le penchant de la côte partie supérieure).</p> <p>Points GPS (Lat. 46,6267 et Long. -72,2038).</p> <p>À partir de la surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60 cm de couverture de neige; • Sol gelé entre 1,5 et 2 cm de profondeur; • Il n'y a pas de couche de glace au sol.
22a	Toutes les parcelles	20 mars 2018	<p>Le champ est complètement couvert de neige (poudreuse sèche et transformée en surface).</p> <p>1^{er} TROU (hauteur environ 20 pouces, description à partir de la surface).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2,5 pouces de neige un peu poudreuse à la surface; • ¾ pouce de neige glacée et compressée; • 3 pouces de neige granuleuse; • 1 pouce formé de plusieurs petites couches alternées; • 1,5 pouce de neige granuleuse fine; • ¼ pouce verglacé; • 2,5 pouces de neige granuleuse; • 1 pouce de verglas; • 5 pouces de neige granuleuse moyenne; • ¼ pouce de petite croûte glacée; • 2 pouces de neige granuleuse grossière; • ½ pouce de croûte glacée; • 4 pouces de neige granuleuse grossière; • 1 pouce à 1,5 pouce de glace au sol (répartition inégale). <p>2^e TROU (placé dans une raie, description à partir de la surface).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 17 à 19 pouces de neige avant la glace; • 8 pouces de glace collée au sol; • Les couches de neige ressemblent à l'autre trou; • Mauvaise odeur de végétaux en décomposition; • Sol gelé un peu plus épais que le 1^{er} trou. <p>3^e TROU (placé sur le coteau).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 29 pouces de neige; • Sol pas gelé, pas de glace; • Semblable au premier trou.

N° champ	Traitement	Date d'observation	Commentaires
22a	Toutes les parcelles	2 mai 2018	<p>Prise de température du sol et de l'air : la sonde de sol sortie à la surface.</p> <p>Dans la raie du champ où il y avait une cuvette : les plants sont morts, mais le reste des plants du champ ont bien survécu à l'hiver.</p> <p>Largeur totale de? 38 m x 7,8 m = 46,5 m.</p>
22a	Brasetto	9 mai 2018	<p>Température du sol : 18 °C à une profondeur de 2,5 pouces (11 h 26).</p> <p>Application de 1 kg B/ha dans les parcelles « avec bore ».</p> <p>Stade du seigle : 22 à 30 sur l'échelle de Zadoks.</p> <p>L'apparence du seigle : couleur plus verte et plus de talles en comparaison avec l'autre variété (Gauthier).</p>
22a	Gauthier	9 mai 2018	<p>Température du sol : 18 °C à une profondeur de 2,5 pouces (11 h 26).</p> <p>Application de 1 kg B/ha dans les parcelles « avec bore ».</p> <p>Stade du seigle : 22 à 30 sur l'échelle de Zadoks.</p> <p>L'apparence du seigle : couleur moins verte (vert pâle) et moins de talles versus l'autre variété (Brasetto).</p> <p>Développement des plants un peu plus variable.</p>
22a	Brasetto	7 juin 2018	<p>Stade du seigle : début épiaison à 100 % épié.</p> <p>Développement variable en général, les ¾ des plants sont épiés.</p> <p>Hauteur variable : 60 – 67 – 80 cm.</p> <p>Échantillonnage foliaire : feuille étendard à 2^e feuille à partir du haut du plant.</p>
22a	Gauthier	7 juin 2018	<p>Stade du seigle : début épiaison à 100 % épiés.</p> <p>La couleur de la variété conventionnelle est plus pâle que la variété hybride.</p> <p>La hauteur des plants semble supérieure à celle de la variété hybride.</p> <p>Échantillonnage foliaire : feuille étendard à 2^e feuille à partir du haut du plant.</p>
22a	Brasetto	18 juillet 2018	<p>Stade du seigle : fin pâteux mou.</p> <p>Plants moins hauts et moins variables que l'autre variété (Gauthier).</p> <p>Les plants de seigle ne semblent pas être affectés par une maladie ou un insecte en particulier (pas ou très peu de présence d'ergot, principalement en bordure de champ).</p> <p>Observation de quelques épis avec l'extrémité supérieure brunie et sèche (conséquence : moins de grains sur ces épis).</p>

N° champ	Traitement	Date d'observation	Commentaires
			En général, il semble y avoir plus d'épis dans les quadras utilisés pour le comptage que la variété Gauthier et ça semble plus uniforme.
22a	Gauthier	18 juillet 2018	Stade du seigle : fin pâteux mou. Plants plus hauts que l'autre variété (Brasetto). La population des épis est très variable. Les plants de seigle ne semblent pas être affectés par une maladie ou un insecte en particulier (pas ou très peu de présence d'ergot, principalement en bordure de champ).

Efficacité du contrôle des mauvaises herbes

Date	N° champ	Graminées annuelles	Feuilles larges annuelles	Vivaces
18 juillet	22a		Herbe à poux, marante	Mil, chiendent, luzerne, trèfle, pissenlit

Commentaires

Passablement de mauvaises herbes, en fond de rang, il semble y en avoir un peu plus dans la partie de la variété Gauthier. Par contre, le seigle semble bien s'en sortir.

Population levée

Date : 3 octobre 2018

Méthode : sur 1 mètre linéaire (semé en rang de 17,78 cm ou 7 pouces)

Champ 22 a

Bloc	Traitement	Plants (sur 1 mètre linéaire)				Plants/m ²
		A	B	C	Moyenne	
1	Gauthier (avec bore)	39	43	48	43,3	244
	Brasetto (sans bore)	17	22	15	18,0	101
1	Gauthier (sans bore)	43	50	47	46,7	262
	Brasetto (avec bore)	15	17	24	18,7	105
2	Gauthier (avec bore)	54	43	66	54,	306
	Brasetto (sans bore)	12	35	14	20,3	114
2	Gauthier (avec bore)	50	25	63	46,0	259
	Brasetto (sans bore)	15	22	18	18,3	103

Bloc	Traitement	Plants (sur 1 mètre linéaire)				Plants/m ²
		A	B	C	Moyenne	
3	Gauthier (sans bore)	46	47	32	41,7	234
	Brasetto (avec bore)	16	22	15	17,7	99
3	Gauthier (sans bore)	58	47	43	49,3	277
	Brasetto (avec bore)	21	15	18	18,0	101

Commentaires :

Plants/m²

	<u>Moyenne Gauthier</u>	<u>Moyenne Brasetto</u>
☞ Avec bore :	269	102
☞ Sans bore :	258	106

