CETAB+

Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité

CÉGEP DE VICTORIAVILLE

SÉLECTION DE CULTIVARS DE BLÉ ADAPTÉS À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE QUÉBÉCOISE

CÉGEP DE VICTORIAVILLE

1- Renseignements sur le projet

Numéro du projet : PART2016N009
Titre du projet : **Sélection de cultivars de blé adaptés à l'agriculture biologique québécoise**
Coordonnées de la chercheuse principale ou du chercheur principal : **Denis La France, Cégep de Victoriaville**
Nom des chercheuses et chercheurs ayant participé au projet : **André Comeau, Julie Anne Wilkinson**

2- Résumé du projet (maximum une page)

Au Québec, la demande en produits biologiques excède la production locale, notamment pour le blé (*Triticum aestivum*), et le potentiel de marché est excellent. Cependant, la très grande majorité des cultivars enregistrés – dont la semence peut être achetée par les agriculteurs – ont été approuvés à la suite des évaluations sous régie conventionnelle. Les variétés issues des programmes de sélection conventionnels sont sélectionnées avec l'utilisation de fongicides, d'herbicides et de niveaux élevés de fertilisants inorganiques. L'utilisation d'intrants chimiques étant interdite en agriculture biologique, il est logique que les variétés réagissent différemment puisqu'elles n'y ont pas été adaptées au départ. Notamment, la teneur en protéines obtenue en régie biologique est moins élevée en raison de l'usage plus modéré des engrais. Aussi, la résistance aux maladies et/ou la compétitivité face aux mauvaises herbes est souvent insatisfaisante. Afin d'obtenir des rendements et une qualité acceptables, il est important de faire le tri dans les variétés et lignées existantes pour repérer celles qui sont adaptées à l'agriculture biologique. Le présent projet vise à évaluer des lignées de façon comparative, mais aussi à développer la sélection en conditions biologiques afin de répondre aux besoins des producteurs et de l'industrie, combinant qualité boulangère et traits agronomiques intéressants. En 2016, huit personnes et une organisation ont offert un soutien financier au CETAB+ pour permettre une première phase au présent projet. Les fonds levés ont été suffisants pour réaliser des essais de sélection sur une année. Or, pour s'affranchir des variations climatiques, le principal risque lors de la réalisation de projets de recherche en agriculture, les essais doivent être menés sur plusieurs années. Pour le présent projet, le CETAB+ s'est appuyé sur les données récoltées en 2016 afin de rendre ses résultats plus valides. Les blés testés comprennent certaines variétés disponibles sur le marché, mais aussi des nouvelles lignées possiblement adaptées aux conditions de l'agriculture biologique. Pour les essais réalisés en 2017, sept lignées ont été comparées à une variété bien connue (Major), quatre déjà évaluées en 2016, et quatre sélectionnées pour ce projet. Les essais ont été réalisés sur quatre sites, soit trois situés dans la région Centre-du-Québec (Victoriaville, Parisville et Nicolet) et un dans Chaudière-Appalaches (Lotbinière). Des observations ont été réalisées sur chacune des lignées/variétés, des semis jusqu'après la récolte. Plusieurs critères agronomiques ont été évalués, notamment la vigueur, la résistance aux maladies, la susceptibilité face aux carences et aux insectes ravageurs et la compétitivité face aux mauvaises herbes. Les observations agronomiques étant insuffisantes pour déterminer le potentiel panifiable de chacune des lignées à l'essai, des analyses complémentaires ont été effectuées afin d'évaluer les principaux critères de qualité boulangère. Des tests en laboratoire ont été réalisés par La Milanaise, leader dans la transformation de céréales biologiques au Canada, afin d'évaluer les principaux critères de qualité boulangère (taux de protéines, gluten, indice de chute, poids spécifique et toxine). Par la suite, des essais de panification ont été réalisés par Moulin La Pierre, l'un des rares moulins à eau encore en activité à l'année au Québec, suivis d'un panel de dégustation composé de l'équipe du CETAB+. L'évaluation des critères de qualité boulangère a été réalisée sur chacune des lignées pour les trois sites dans la région Centre-du-Québec. Les résultats de ce projet ont permis de révéler les lignées présentant le plus de potentiel en régie biologique, ce qui n'est pas fait dans le processus habituel d'enregistrement des variétés. Les résultats obtenus permettront donc de remédier à une importante lacune affectant les producteurs de blés biologiques du Québec, soit le manque de choix de variétés performantes qui limite leur accès à un marché important. Entre autres, une lignée non enregistrée (CRGB-08c.2296) offre de grands avantages au niveau de la qualité boulangère et se comporte mieux en régie biologique qu'en conventionnelle. Une seconde lignée (09SW196.09) possède également un comportement intéressant; celle-là est en voie d'enregistrement. D'autres répriment mieux les mauvaises herbes, mais sont un peu moins appréciées en boulangerie. Grâce à notre projet, les agriculteurs biologiques seront informés de nouveaux blés qui ont un intérêt pour eux. Les étudiants du département d'agriculture du cégep de Victoriaville ont profité de ce projet de recherche en observant et en participant aux différentes étapes, soit au sein du CETAB+ en tant que stagiaires ou étudiants embauchés pour des travaux, soit dans le cadre de leur cours de Recherche et Développement à la ferme. À plus long terme, le CETAB+ prévoit s'impliquer dans la sélection de variétés et lignées adaptées aux conditions particulières de la culture biologique. La récente acquisition de 55 ha de terres par le Cégep de Victoriaville et la construction d'un nouveau

Complexe agricole biologique facilitera grandement les activités de sélection réalisées par le CETAB+.

3- Description du problème à résoudre ou de défi à relever

Contrairement au blé conventionnel québécois dont la culture est souvent déficitaire, le blé bio est une culture très rentable en soi (Radio-Canada, 2016). Le secteur de l'agriculture biologique au Canada, évalué à 5,4 milliards $ canadiens en 2017, connaît une croissance rapide et son marché a quintuplé au cours des dix dernières années (Willer et Lernoud, 2008; 2018). L'intérêt pour l'agriculture biologique grandit en réponse aux inquiétudes quant à l'environnement, la durabilité de l'agriculture, l'effet des résidus de pesticides sur la santé et le coût élevé des intrants. Au Québec, la production de blé biologique est principalement destinée à l'industrie meunière pour l'alimentation humaine et celle-ci ne répond pas à la demande des marchés (Beauchemin, 2016; ÉcoRessources, 2012). Au cours du processus d'enregistrement[1], nombre de lignées potentiellement utiles en régie biologique ne sont pas promues au statut de cultivars par les programmes de sélection courants parce qu'elles ne répondent pas aux critères de l'agriculture conventionnelle. Cette situation risque de s'aggraver dans les prochaines années faute de matériel génétique adéquat : on estime que plus de 95 % de la production biologique est basée sur l'utilisation de variétés sélectionnées pour l'agriculture conventionnelle basée sur l'utilisation élevée d'engrais et de pesticides, ce qui sous-exploite le potentiel génétique pour l'agriculture biologique (Lammerts van Bueren et al., 2011). Il en résultera une pénurie inquiétante de bons cultivars pour le secteur biologique québécois dans un marché mondial en croissance et fortement compétitif. Cette pénurie de semences adaptées risque de devenir un problème majeur, car les cultivars qui servent à l'agriculture biologique sont menacés de baisse de disponibilité et de piètres performances futures. Les bouleversements engendrés par les changements climatiques et l'arrivée de nouveaux ravageurs et maladies en lien avec ces changements sont les principales menaces (Elad et Pertot, 2014). Par exemple, la fusariose de l'épi (*Fusarium graminearum*) risque d'augmenter avec la hausse des températures (Chakraborty et Newton, 2011).

Selon notre expérience de la culture de céréales en régie biologique et les besoins exprimés par les agriculteurs, les trois critères principaux quant au choix d'une variété, mis à part le rendement, sont : la résistance aux maladies, la compétitivité face aux mauvaises herbes et la teneur élevée en protéines. La génétique moderne du blé vise de plus en plus des cultivars à haut rendement, lesquels démontrent moins de résistance aux maladies. Le secteur se fie donc à l'utilisation de pesticides, mais cette approche ne règle pas les problèmes de toxines dans les grains. Très présente, la fusariose peut causer des pertes de rendement ainsi qu'une altération de la qualité des grains en raison de la présence de désoxynivalénol (DON) ou vomitoxine, très toxique pour les consommateurs (AAC, 2010). Il faut aussi être proactif face à l'émergence de nouvelles maladies, notamment la rouille jaune (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*), apparue en 2013 au Québec et dans le nord-est de l'Amérique en général. Il s'agit de l'une des plus importantes maladies du blé à travers le monde et elle peut engendrer des pertes de rendement de 10 à 70 % (Chen, 2005). Cette dernière devenait déjà épidémique par endroit en 2014 et 2015 au Québec (Rioux et al. 2015), elle doit donc être surveillée de très près. Si les blés à paille courte et à haut rendement deviennent la norme et que les maladies augmentent en importance, la production de blé en régie biologique peut devenir plus difficile. D'ailleurs, les nouveautés sélectionnées pour la culture conventionnelle ont souvent la paille courte et sont moins compétitives contre les mauvaises herbes (Mason et al., 2007). Les blés à paille longue pourraient très bien performer en conditions biologiques, car avec des formes organiques d'azote, la verse n'est pas un problème. De plus, la paille longue est bienvenue, car elle fait compétition à la mauvaise herbe. Sans recours aux pesticides de synthèse, il devient crucial de sélectionner des lignées chez lesquelles on observe une résistance face aux principales maladies et mauvaises herbes en régie biologique.

Une plus haute teneur en protéines est peu recherchée en production conventionnelle, car elle est universellement associée à une baisse de potentiel de rendement qui peut varier de 5 à 10 % (Simmonds, 1989). En bio, des blés possédant une teneur en protéines supérieure à Walton - le blé standard en culture biologique au Québec – pourraient, au contraire, plaire énormément aux usagers et ouvrir des marchés importants aux blés bio du Québec. Par contre, la teneur élevée en protéines doit s'exprimer sans engrais azotés synthétiques, interdits en régie biologique (Gouvernement du Canada, Office des normes générales du Canada 2015). Comme l'apport d'azote est moindre, la protéine du grain tend à être abaissée par rapport à ce qui est obtenu en régie conventionnelle, ce qui est peu apprécié des boulangers. En somme, les paramètres de sélection recherchés pour la culture biologique n'intéressent pas les sélectionneurs qui travaillent pour l'agriculture conventionnelle, car ils n'ont pas les mêmes objectifs. L'effet terminal est que les blés mieux adaptés au secteur biologique ne sont pas enregistrés s'ils ne conviennent pas à la régie conventionnelle, et sont donc souvent indisponibles pour les producteurs biologiques et pour l'industrie de la boulangerie.

L'intérêt de notre étude est de fournir les arguments scientifiques essentiels pour l'enregistrement de lignées avancées, panifiables, compétitives contre les mauvaises herbes et résistantes aux maladies, qui conviennent à la régie biologique. Au Québec, les superficies en culture biologique sont en progression constante depuis plusieurs années : en plus d'un

[1] L'idéal serait d'avoir un programme de génétique sous conditions biologiques du début à la fin (Kirk et al., 2011; Reid et al., 2006 et 2011), ce que vise à plus long terme le CETAB+.

nombre appréciable et grandissant en transition (415 entreprises selon le site Portail bio Québec du CARTV), 443 entreprises cultivent actuellement des céréales biologiques (CARTV, portail Bio Québec) et pourront profiter des résultats du présent projet. Selon les prix à la tonne, la marge sur coûts variables du blé bio est de plus de 2.5 fois meilleure que celle du blé conventionnel (CRAAQ, 2016; 2018). La demande mondiale pour ce type d'aliment a progressé de 400 % en 15 ans, et elle a atteint environ 90 milliards de dollars américains de dépenses des ménages en 2016. Le Québec doit se positionner sur ce marché porteur. Notons qu'au Québec, une fraction appréciable des farines utilisées pour le pain certifié bio est importée. Dans l'ensemble, uniquement 30 % des produits consommés au Québec seraient produits localement (Fabqbio, 2013). Améliorer l'offre sur le marché de variétés adaptées pour la régie biologique pourrait avoir une incidence considérable sur la production. Le présent projet est un excellent moyen de contribuer à augmenter l'offre locale de blé biologique de qualité. Ainsi, à partir du matériel génétique sélectionné, mais non commercialisé, nous espérons trouver une ou plusieurs lignées dont les qualités boulangères, la teneur en protéines, la résistance aux maladies et aux mauvaises herbes en feraient un choix approprié pour les agriculteurs biologiques et leurs acheteurs.

4- Objectifs généraux et particuliers initiaux

L'objectif général du projet est de sélectionner une ou des nouvelles lignées de blés adaptées à l'agriculture biologique au Québec. À court terme, il s'agit de récupérer, vers la fin du processus d'enregistrement, quelques lignées issues de la génétique conventionnelle, et de les soumettre aux conditions de culture biologique afin de sélectionner celles dont les capacités de résistance aux maladies et aux mauvaises herbes sont les plus élevées[2]. Les résultats obtenus par le CETAB+ dans le cadre de ce projet permettront par la suite de contribuer à mener les lignées les plus performantes vers l'enregistrement, au profit des industries de la production de grains biologiques, de la meunerie et de la boulangerie biologique. Le projet compte deux objectifs particuliers :

Sélectionner des blés résistants aux mauvaises herbes et aux maladies

Les essais du Réseau Grandes cultures du Québec (RGCQ) fournissent des informations sur la résistance aux maladies, mais aucune sur la compétitivité face aux mauvaises herbes. Les méthodes du Dr André Comeau, généticien de longue expérience qui s'est joint à l'équipe du CETAB+, ont fourni des lignées de blés compétitives et résistantes, actuellement présentes dans les essais du RGCQ. D'autres ont été suggérées par nos partenaires industriels. Leurs comportements doivent être étudiés en conditions biologiques.

Sélectionner des blés dont la teneur en protéines et le volume du pain demeurent bons en conditions bio

Le RGCQ fournit des données sur la protéine et la qualité panifiable, paramètres très variables en fonction des conditions de culture. Ces paramètres doivent être vérifiés en conditions d'agriculture biologique, car les cultivars n'y réagissent pas de la même façon (Anonyme, 2005). Nos essais ont produit suffisamment de grain pour faire des tests de qualité adéquats (teneur en protéines du grain et de la farine, dureté, rendement en farine, force de la pâte et qualité du pain). Ces tests ont été réalisés soit aux laboratoires de la meunerie La Milanaise, important acheteur de blé bio au Québec, soit au Moulin La Pierre pour les essais boulangers. Ces entreprises sont intéressées à connaître les résultats de ce projet et les activités de sélection à venir au CETAB+.

5- Méthodologie

Méthode de recherche utilisée :

Toutes les méthodes utilisées pour le support à l'enregistrement sont publiées dans les protocoles d'essai du RGCQ et du Comité de recommandation des céréales du Québec (CRCQ). Les normes sont approuvées annuellement par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Nos protocoles ont suivi ces méthodes à la base, mais en respectant les critères de la régie biologique: semences sans fongicide, culture sans herbicide et fertilisation organique.

Le projet a été réalisé sur quatre sites, soit trois dans la région Centre-du-Québec (Victoriaville, Nicolet et Parisville), et un dans Chaudière-Appalaches (Lotbinière). Deux des sites étaient situés sur des entreprises agricoles biologiques, la ferme Roumer à Parisville, et la ferme RDR à Nicolet. Un site a également été implanté à la ferme-école du cégep de Victoriaville ainsi qu'un site préparé par André Comeau à Lotbinière. Sur chacun des sites d'essais, sept lignées et un cultivar témoin ont été répétés trois fois dans un dispositif en blocs aléatoires complets pour un total de 24 parcelles par site. Des parcelles de 10 m^2 ont été implantées sur chacun des sites, à l'exception de Lotbinière où elles avaient 1 m^2. La densité de semis utilisée a été de 450 plantes/m^2. Le semis a été réalisé à l'aide d'un semoir Great Plains sur l'ensemble des sites à l'exception de Lotbinière où le semis a été fait manuellement. Un exemple d'un dispositif est présenté à l'annexe 1 et des photos de dispositif de Victoriaville sont présentées à la figure 1.

[2] L'idéal serait d'avoir un programme de génétique sous conditions biologiques du début à la fin (Kirk et al., 2011; Reid et al., 2006 et 2011), ce que vise à plus long terme le CETAB+.

Figure 1 – Dispositif expérimental à la ferme-école du Cégep de Victoriaville lors de l'implantation des parcelles (en haut) et au cours de la saison de croissance 2017 (en bas)

L'implantation des parcelles s'est faite en partie sur des fermes biologiques cultivant déjà du blé; le sol était donc préparé et fertilisé en conséquence selon les pratiques en place sur ces entreprises. Les principales données techniques et les dates des opérations culturales sont présentées au tableau 1 et les dates des observations au champ au tableau 2.

Tableau 1 – Principales données techniques et dates des opérations culturales de chacun des sites pour l'année 2017

Travaux / Site	Victoriaville	Parisville	Nicolet	Lotbinière
Précédent cultural	Maïs sucré EV pois 4010 160 kg/ha 12 septembre 2016	Maïs	Soya	Défriché
Fertilisation préalable		Lisier vaches/ porcs 34 t/ha	Fumier de poules 4 t/ha	Actisol 5-3-2 3 t/ha
Travail primaire	Machine à bêcher 12 septembre	Labour automne 2016		
Préparation du sol	Vibroculteur 11 mai	Cultivateur lourd 23-24 mai	Cultivateur lourd- rouleau 18 mai	Motoculteur 19 mai
Semis	12 mai	24 mai	18 mai	19 mai
Désherbage mécanique (pré-levée)	16 mai			
Fertilisation secondaire	Actisol 1700 kg/ha le 26 mai		Actisol 600 kg/h, au semis	
Récolte	17 août	1er septembre, 15 septembre	25 août, 8 septembre	1er septembre

Tableau 2 – Dates des observations au champ réalisées à chacun des sites

Travaux / Site	Victoriaville	Parisville	Nicolet	Lotbinière
Prise de données vigueur à la levée	22 mai	12 juin	29 mai	-
Prise de données au champ (m.h. et stades)	14 juin	12 juin	13 juin	15-16 juin
Prise de données au champ (maladies et insectes)	31 juillet	2 août	1er août	29 juillet

Sur le terrain, les principales données mesurées ont été la levée, la compétitivité face aux mauvaises herbes, la résistance aux maladies et aux insectes, la vigueur générale, la verse, et la présence/absence de carences. Les parcelles ont été récoltées lorsque les grains étaient à maturité à l'aide de faucilles. Les épis récoltés ont été séchés à l'air sous abri, battus à l'aide d'une moissonneuse-batteuse utilisée de façon stationnaire, puis criblés. Des données ont aussi été mesurées sur les grains après la récolte: nombre d'ergots, de grains fusariés, cassés, germés, avec présence de points noirs sur le germe (mélanose) et le nombre de grains présentant des dommages causés par la cécidomyie. Les observations ont été effectuées sur un plateau de 791 cm^2, puis ramenées sur une surface de 100 cm^2. Le rendement de chacune des parcelles pour chacune des lignées a également été calculé. La lignée Court no 1, non compétitive et très maladive, a été éliminée au champ; aucune analyse post-récolte n'a été réalisée sur celle-ci.

Les analyses de la qualité de la farine ont été réalisées par la meunerie La Milanaise, au laboratoire de Saint-Jean-sur-Richelieu. Les principaux paramètres boulangers mesurés étaient les suivants: taux de protéines, valeur du gluten, indice de chute, poids spécifique et vomitoxine (DON). Un échantillon composite par lignée récoltée et par site (excluant Lotbinière) a été envoyé au laboratoire, pour un total de 21 échantillons. Les essais boulangers ont été effectués par Moulin La Pierre, suivi d'un panel de dégustation par l'équipe du CETAB+. Les grains des six lignées récoltées et du témoin y ont été moulus pour les trois sites au Centre-du-Québec, suivi de la fabrication d'un pain par lot de farine, pour un total de 21 pains. Les critères visuels et gustatifs suivants ont été évalués : volume du pain, aspect extérieur, aspect de la mie, texture, mâche, arôme, goût/saveur. Des analyses de variance ont été effectuées pour certains paramètres afin de distinguer ou non des différences entre les traitements au seuil de $p<0.05$.

Moyens retenus au regard du problème à résoudre ou du défi à relever :

Notre approche est d'abord, pour le court terme, celle des essais de performance. Nous les avons effectués avec des méthodes et selon des critères analogues aux essais du CRCQ, mais avec ajout de notes concernant des maladies non considérées dans les essais ordinaires du CRCQ (ergot, charbon et autres). L'usage de protocoles adaptés au secteur bio implique l'absence de tout pesticide conventionnel. Toutefois, nous apportons une attention aux possibilités ultérieures de combiner dans des croisements futurs une meilleure allélopathie (inhibition des mauvaises herbes) avec les critères de performance agronomique, qualité et résistance aux maladies. Des recommandations de croisements découleront donc de nos observations, pour créer des blés encore mieux adaptés au secteur bio, à long terme.

6- Résultats obtenus au regard des objectifs initiaux

Description des résultats, objectifs atteints ou non, piste(s) de réflexion pour aller plus loin au regard des résultats obtenus, etc. :

À la suite des essais de 2016, les lignées 09SW196.09, CRGB11c.0043, CRGB11c.0205 et le témoin Major avaient été retenus pour une deuxième année d'essais. Des deux témoins utilisés en 2016, uniquement le Major a été retenu pour la suite des travaux, le Walton s'étant montré trop sensible à la fusariose en 2016. Pour les essais de 2017, les quatre lignées BS10-430, CRGB08c.2296, 07SW443.1 et Court no 1 ont été ajoutées à la suite d'une concertation entre les membres des équipes de La Milanaise et du CETAB+.

Critères agronomiques (évaluation visuelle au champ et post-récolte)

Globalement, la qualité du semis a été variable pour les trois sites au Centre-du-Québec. Le semoir Great Plains utilisé pour l'implantation de parcelles de 7 rangs n'est pas idéal pour des essais en petites parcelles puisqu'il favorise plus ou moins la compaction sur les deux rangs extérieurs. À l'été 2017, le CETAB+ a fait l'acquisition d'un semoir à parcelles de recherche Wintersteiger Plotseed XL, adapté pour les essais en petites parcelles. En répartissant les semences plus uniformément, ce dernier nous permettra d'obtenir dans les futurs essais des résultats plus fiables, notamment quant aux rendements.

Levée : Dans l'ensemble, les lignées ont présenté une excellente vigueur à la levée à chacun des trois sites évalués dans le Centre-du-Québec. La lignée BS10-430 et le témoin Major se sont montrés particulièrement vigoureux avec des moyennes respectives de levée de 98,8 % et 97,7 % pour l'ensemble des sites. La lignée 09SW196.09 arrive en dernière

position avec 93,2 % de levée des plants. L'effet de compaction des rangs extérieurs a été plus visible à Victoriaville, ce qui se traduit par une levée généralement plus faible qu'aux autres sites.

Rendement : Pour les producteurs agricoles, le rendement est le critère primordial lors du choix d'une variété. Toutefois, en raison du petit nombre de sites disponibles et du semoir utilisé, nous suggérons d'interpréter les résultats avec grande circonspection. Les rendements et les résultats des analyses statistiques de chacun des quatre sites sont présentés au tableau 3. Il semble clair que le témoin Major possède un bon rendement. Les rendements les plus impressionnants ont été ceux de BS10-430 à Victoriaville et à Nicolet; nous pensons que l'allélopathie y est pour quelque chose. La lignée 07SW443.01 se comporte un peu comme la BS10-430. Les autres donnent des résultats variables selon les sites. Aucune différence significative entre les lignées n'a été observée au site de Parisville. Pour les trois autres sites, au moins une lignée est significativement différente des autres à l'essai.

Tableau 3 – Rendement en tonnes/hectare et résultats des analyses statistiques pour chacune des lignées à chacun des quatre sites

Lignée / Site	Victoriaville	Parisville	Nicolet	Lotbinière
09SW196.09	2.6 b	1.4 a	2.1 d	3.4 ab
BS10-430	4.2 a	2.9 a	4.1 ab	3.5 a
CRGB08c.2296	3.1 ab	1.8 a	2.8 bcd	3.3 ab
CRGB11c.0043	4.2 a	2.0 a	2.9 bcd	2.8 b
CRGB11c.0205	3.5 ab	1.7 a	2.5 cd	2.7 b
07SW443.1	3.8 ab	2.5 a	3.7 ab	3.4 ab
Major	3.5 ab	1.9 a	3.4 abc	2.7
Valeur de F	4.08	1.45	9.16	5.23
p-value	0.0183	0.274	0.000667	0.0128

Pour une même colonne, les chiffres suivis d'une lettre différente sont significativement différents à $p<0.05$

Résistance aux mauvaises herbes et vigueur générale : Nous avons observé une différence importante entre les lignées quant à leur compétitivité face aux mauvaises herbes sur les sites au Centre-du-Québec (Victoriaville, Parisville, Nicolet). On remarque une très forte relation négative (R^2 de 0.87) entre la vigueur générale des plants et la pression des mauvaises herbes (figure 2), indiquant un fort pouvoir de prédiction. Ainsi, plus une lignée est vigoureuse, plus sa capacité à réprimer les mauvaises herbes est élevée. La lignée Court no.1 a été éliminée au champ, sa paille courte et maladive ne présentant aucune compétitivité face aux mauvaises herbes. Le témoin Major et les lignées BS10-430 et 07SW443.1 ont des pailles longues et démontrent une excellente allélopathie.

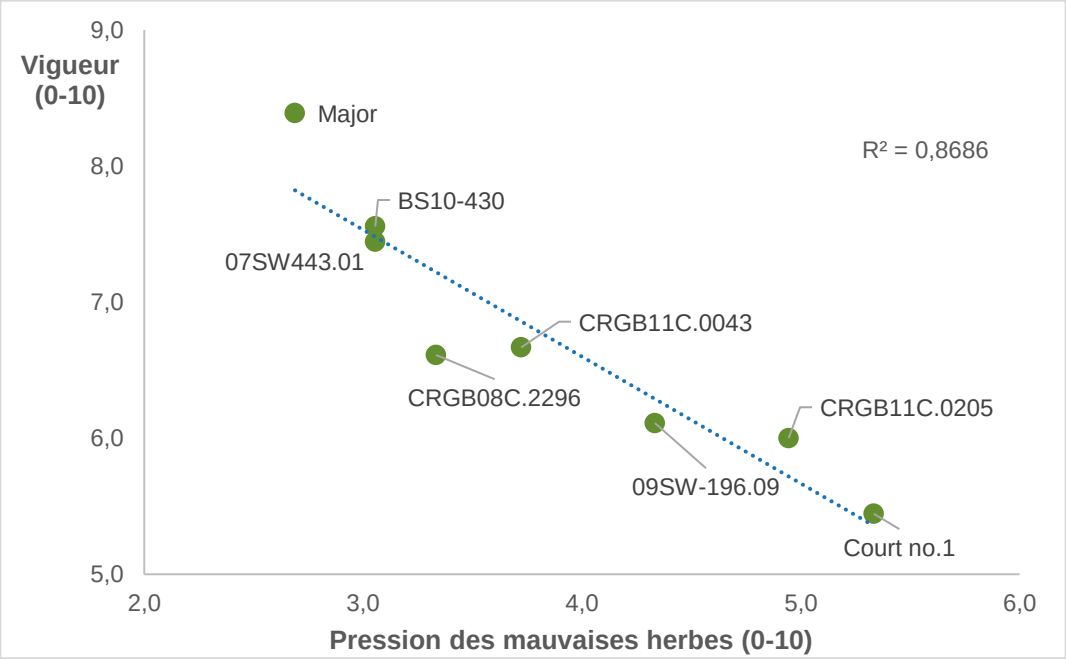

Figure 2– Relation entre la vigueur moyenne des plants et la pression moyenne des mauvaises herbes pour chacune des lignées aux trois sites situés dans la région Centre-du-Québec

Résistance aux maladies et insectes

Fusariose : Le seuil acceptable au Canada pour le contenu en vomitoxine (DON) du grain est de 2 ppm, mais seulement de 1 ppm dans les aliments pour bébé (Santé Canada 2018). La toxine a été évaluée aux trois sites dans la région Centre-du-Québec. La vomitoxine (DON) a été plus élevée en 2017 qu'en 2016. Pour l'analyse statistique, un artifice est nécessaire, car la limite de détection des instruments utilisés par La Milanaise est de 0,3 ppm. Nous avons utilisé la valeur arbitraire de 0,2 ppm dans les cas où la toxine fut indétectable, car sans cela l'ANOVA devient non valable.

Lorsqu'analysés individuellement, les sept blés étudiés aux trois sites ont tous rencontré la norme du DON (figure 3). En moyenne, les sites de Victoriaville, Parisville et Nicolet avaient respectivement 0.59, 0.37, et 0.83 ppm de DON (moyenne des sept lignées récoltées). Dans l'ensemble, les lignées individuelles et la moyenne de chacun des sites ne dépassent pas le seuil acceptable de 2 ppm. Les différences entre lignées sont tout de même notables, le p-value étant très près du seuil de significativité à 0,05 (ANOVA avec F =2.9, $p < 0{,}055021$). Une transformation logarithmique a été effectuée sur les données en raison du cycle de développement des maladies qui suit lui aussi une échelle logarithmique. Par ailleurs, il y a une excellente corrélation entre les notes visuelles de Fusarium sur les grains (travail de Mathieu Picard-Flibotte) et les analyses du DON réalisées par La Milanaise (figure 4). Cette corrélation est de 0,9456 ($p < 0{,}0012$). Cela confirme que l'évaluation visuelle faite sur grains récoltés par le CETAB+ est un excellent prédicteur de performance pour la toxine; avec l'aide de personnel expérimenté, l'outil visuel pourrait donc être très efficace, si on veut faire de l'amélioration génétique en amont, soit à partir des toutes premières générations.

Parmi les lignées récoltées en 2017, seules BS10-430 et 07SW443.1 ont montré une légère faiblesse au niveau de la résistance à Fusarium (figure 4). Les trois blés codés CRGB et le blé 09SW196.09 sont issus des travaux réalisés sous la direction du Dr André Comeau à Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) entre l'an 2000 et 2009, en utilisant une approche systémique visant à allier la résistance aux maladies avec les paramètres agronomiques et la qualité. Après quelques générations à AAC, la sélection finale a été effectuée, soit par Semican (09SW196.09) ou par le CEROM (lignées CRGB). Ces quatre lignées sont les plus résistantes à Fusarium parmi celles évaluées; il s'agissait donc d'une collaboration prometteuse, apte à porter fruit d'ici peu.

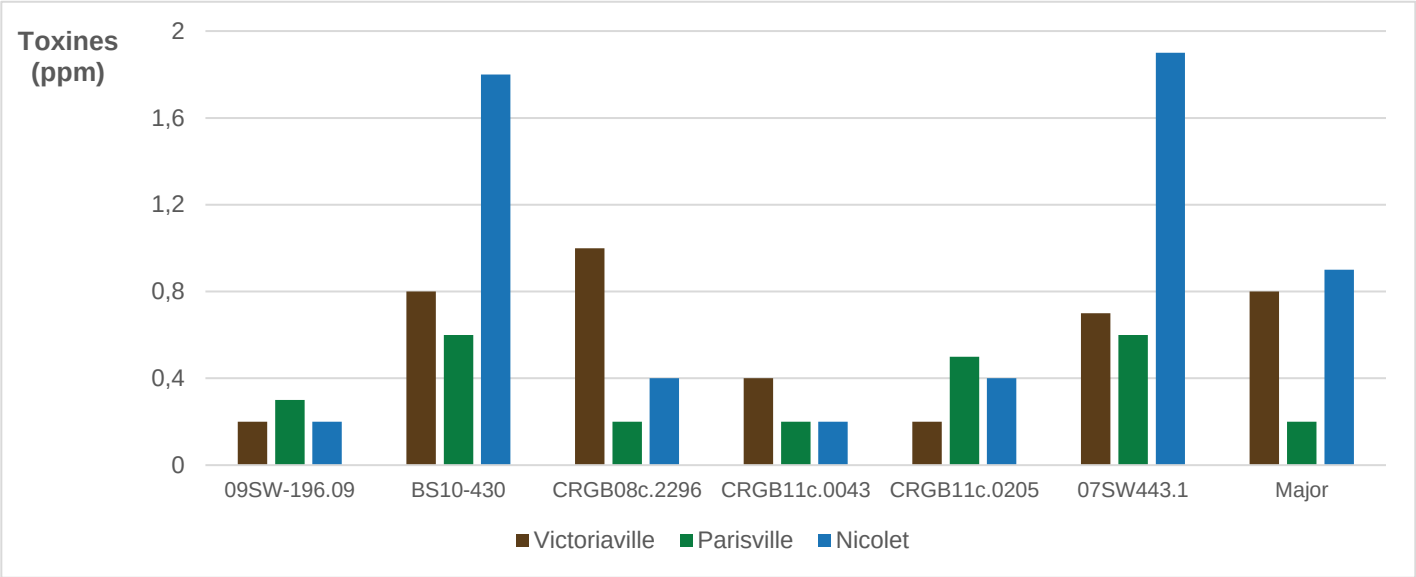

Figure 3 – Toxines DON (ppm) dans les grains selon chacune des lignées à chacun des sites au Centre-du-Québec. Source : La Milanaise.

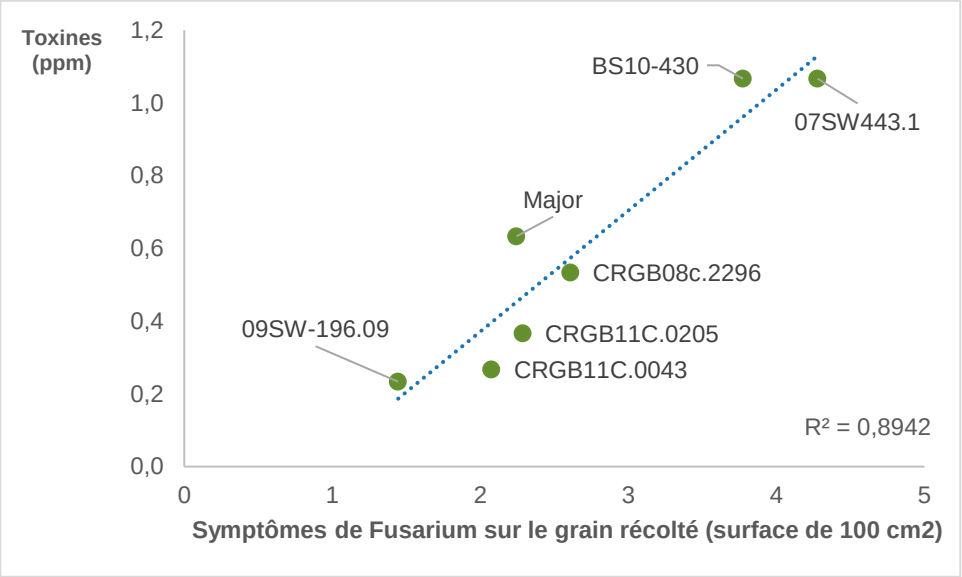

Figure 4 – Relation entre la toxine en ppm dans le grain et les symptômes de Fusarium sur le grain récolté pour le témoin et chacune des lignées, moyennes pour les trois sites dans le Centre-du-Québec

Rouilles : Les symptômes au champ des rouilles jaune, brune et noire ont été notés sur une échelle de 0 à 10 (0 étant exempt et 10 étant complètement infesté). Les lignées Court no 1 et 07SW443.1 présentaient le plus de symptômes visibles des rouilles brune et noire (figure 5). La présence de rouille jaune était elle aussi élevée chez ces deux lignées. La variété Major et les lignées 09SW196.09 et BS10-430 sont celles qui présentaient le moins de symptômes pour l'ensemble des rouilles observées. La rouille jaune n'a pas été problématique dans le Centre-du-Québec en 2017, le taux d'infestation moyen était relativement bas pour l'ensemble des lignées sur les trois sites (taux infestation moyen de 0,2/10,0). Par contre, elle a été très présente et dommageable sur le site de Lotbinière, et la lignée CRGB11c.0043 s'y est montrée particulièrement susceptible (ANOVA avec F=51.1, $p=6.7 \times 10^{-9}$) (figure 6).

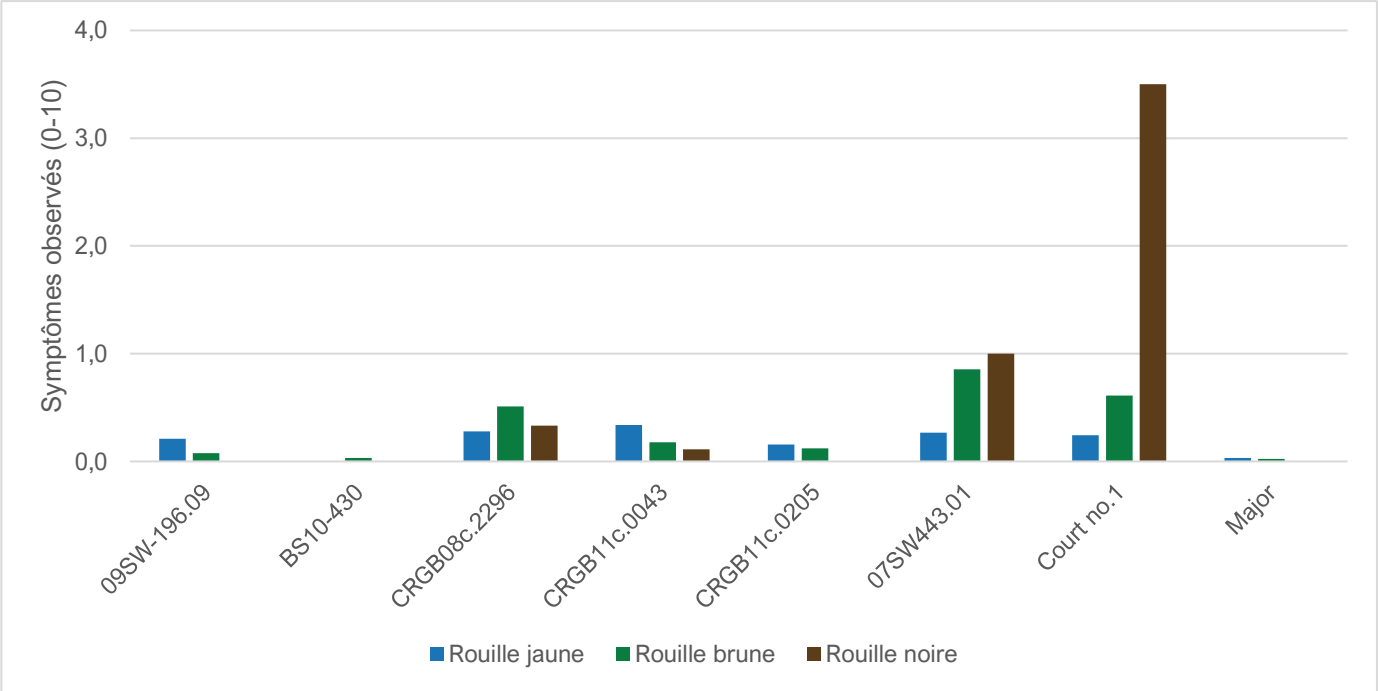

Figure 5 – Symptômes observés sur une échelle de 0 à 10 pour les rouilles jaune, brune et noire pour chacune des lignées, moyennes des trois sites au Centre-du-Québec

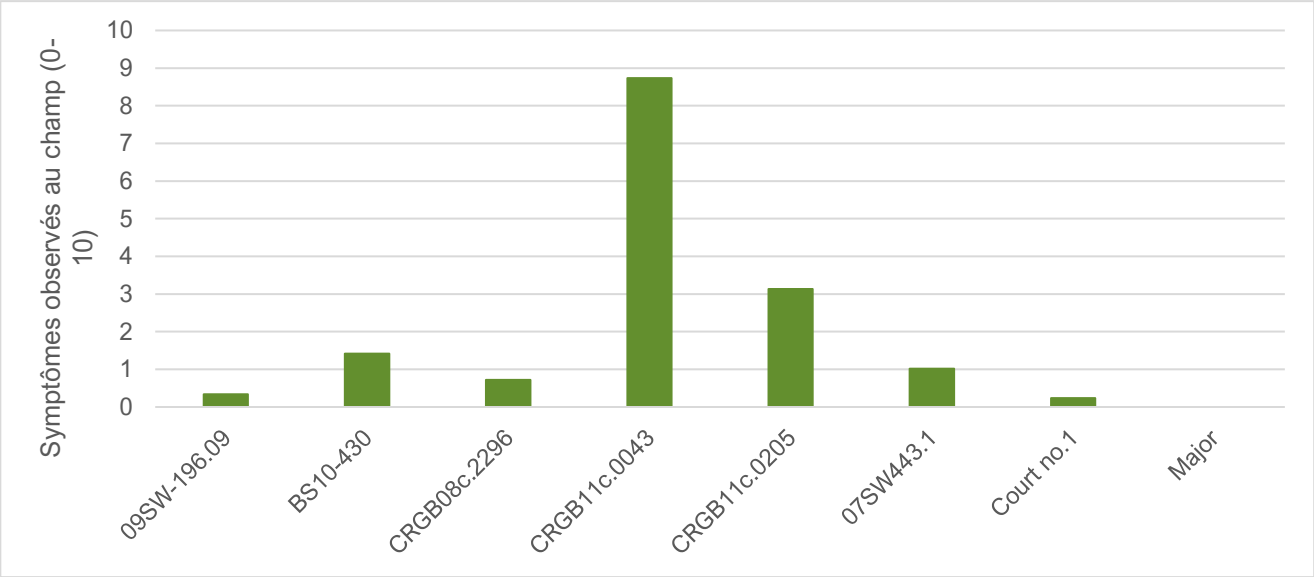

Figure 6 – Moyenne des symptômes observés sur une échelle de 0 à 10 pour la rouille jaune pour chacune des lignées à Lotbinière

Charbon : Le charbon nu du blé (*Ustilago nuda*) est un pathogène présent dans les grains, il ne survit pas dans le sol. Les grains infectés ne sont pas identifiables à l'œil nu, sa présence est visible uniquement à l'épiaison. Son incidence sur le rendement est généralement faible, mais des infestations peuvent être rencontrées, occasionnant des pertes de rendement allant de 20 à 50 %. Puisqu'aucun moyen de lutte n'est disponible contre le charbon en régie biologique, les lignées recommandables doivent être les plus résistantes possible. Il n'est pas recommandé d'utiliser des semences provenant de parcelles dans lesquelles on a observé plus de 1 % d'épis charbonnés. Aucun épi charbonné n'a été observé pour les lignées 09SW196.09, CRGB08c.2296, CRGB11c.0205 et 07SW443.1. La lignée CRGB11c.0043 semble être plus sensible; une attention particulière devrait lui être apportée sous cet aspect dans les travaux futurs (annexe 2).

Ergot : L'ergot se manifeste par la présence de sclérotes mauve foncé à noirs qui remplacent certains grains dans les épis. Les pertes de rendement sont généralement limitées, par contre, l'ergot produit des alcaloïdes très toxiques pour l'homme et les animaux qui conduisent à l'ergotisme (troubles de la circulation sanguine, gangrène, hallucinations, etc) qui peut entraîner la mort. La présence d'ergot a été notée sur les épis au champ et sur les grains post-récolte. Au champ, on a observé une quantité élevée d'ergots chez la lignée Court no 1 (annexe 2), raison additionnelle au manque d'allélopathie pour éliminer cette lignée au champ. Sur les grains post-récolte, le témoin Major présentait davantage d'ergots que les autres lignées (annexe 3).

Oïdium : Des symptômes ont été observés au champ sur les lignées 07SW443.1 et CRGB08c.2296 uniquement. Il y en avait un peu plus à Lotbinière, mais pas assez pour justifier la prise de données quantitatives.

Cécidomyie : Aucune lignée évaluée ne résiste à cet insecte. Toutefois, CRGB08c.2296, CRGB11c.0043 ont environ la moitié du dommage comparé à Major, et 3 fois moins si on les compare aux pires lignées (figure 7).

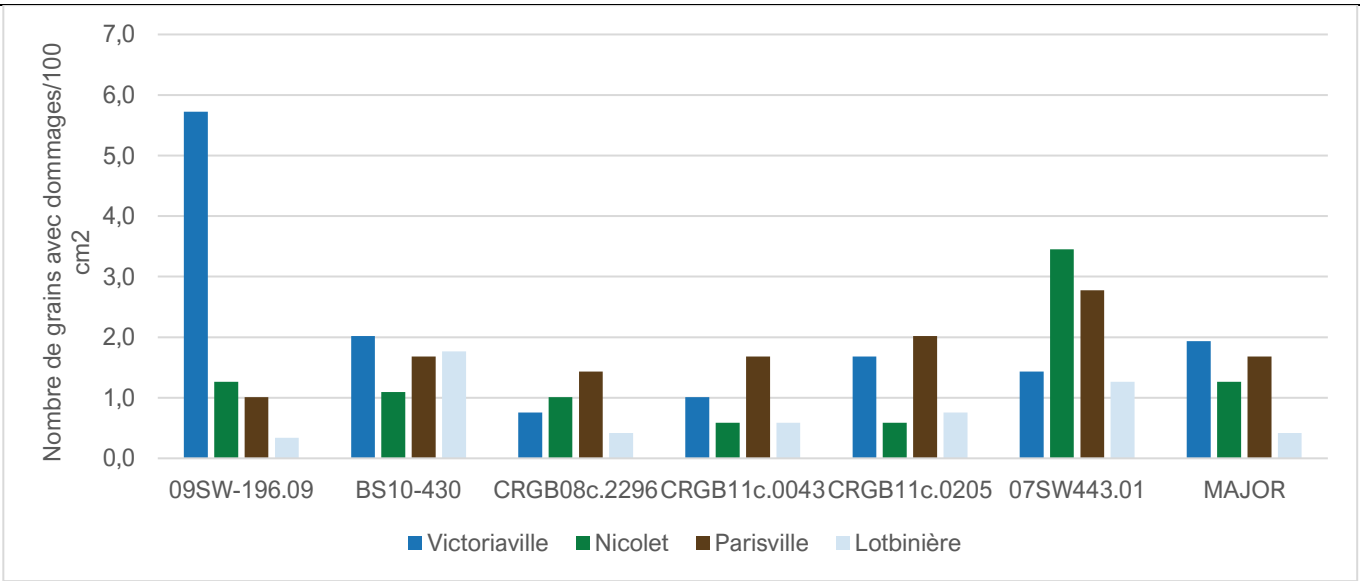

Figure 7 – Moyenne des symptômes de cécidomyie sur une surface de 100 cm² observés sur les grains après la récolte pour chacune des lignées de chacun des quatre sites

Autres observations maladies et insectes : En 2017 on a remarqué à maintes reprises le piétin-verse (*Pseudocercosporella herpotrichoides*), maladie plutôt rare associée aux printemps frais et humides. On a aussi observé quelques dommages causés par la mouche de Hesse (*Mayetiola destructor*). Les données pour les grains cassés, germés, avec points noirs (mélanose) sont présentées pour information à l'annexe 3. Aucune analyse statistique n'a été réalisée sur ces données étant donné leur faible incidence en 2017.

Carences : La carence en manganèse, commune en 2016, n'a pas été observée en 2017. Aucune carence n'a été observée au champ en 2017.

Critères de qualité panifiable – La Milanaise

Les différents tests habituels prédicteurs de qualité, comme le farinogramme, la stabilité au pétrissage, le taux de protéines, l'indice de chute, le gluten humide ainsi que l'index de gluten n'ont pas permis de prévoir de manière entièrement satisfaisante le succès à la panification des différents lots de farines moulues sur meules de pierre. Le minotier qui base ses achats seulement sur un taux de protéines élevé se prive d'excellents lots, mais nous n'avons actuellement aucun autre test que la panification elle-même afin de prévoir les résultats en boulangerie. Néanmoins, la panification étant un test très coûteux, l'étude de paramètres prédicteurs occupe une grande place dans l'étude du blé.

Afin d'évaluer la qualité boulangère d'une variété de blé, quatre éléments sont considérés : le pétrissage de la pâte en fonction de propriétés physicochimiques, les propriétés de la mie, les processus industriels utilisés et les propriétés de la farine (Mason et al., 2006). Les propriétés de la farine panifiable sont caractérisées selon des critères de qualité et de quantité. Les critères de quantité comprennent le rendement en grain, le poids spécifique et le rendement en farine, alors que les critères de qualité comprennent le taux de protéines, la dureté du grain, l'indice de chute et la qualité de la protéine (force et élasticité du gluten). Les critères de qualité boulangère ont été évalués sur les sept lignées récoltées, la lignée Court no 1 ayant été éliminée au champ. Les principaux paramètres de qualité boulangère mesurés au laboratoire de La Milanaise sont présentés au tableau 4.

Tableau 4 – Paramètres boulangers mesurés au laboratoire de La Milanaise pour chacune des lignées, moyenne de trois sites au Centre-du-Québec

Lignées	Humidité %	Gluten humide %	Protéine à 14% hum.	Rang protéine	Poids spécifique kg/hL	Indice de chute	DON ppm	Rang DON	Valeur du gluten	Rang gluten
09SW196.09	9,8	32,5	13,3	1	81,8	361	0,23	1	7,4	1
CRGB08c.2296	9,9	31,0	12,7	2	83,2	335	0,5	4	7,0	2
BS10-430	9,6	28,7	11,9	3	78,8	299	1,1	6	6,9	6
CRGB11c.0043	10,1	27,8	11,6	4	80,5	287	0,3	2	7,0	4
Major	9,8	27,4	11,4	5	81,7	359	0,63	5	7,0	2
CRGB11c.0205	9,8	27,3	11,4	6	79,5	341	0,37	3	7,0	5
07SW443.1	9,9	26,2	11,0	7	80,5	341	1,07	6	6,6	7

Taux de protéines : Le taux de protéine est un critère déterminant pour le marché du blé panifiable et un des principaux facteurs influençant la qualité du blé. Le blé panifiable doit généralement contenir entre 10,5 et 13,5 % de protéines, selon le produit final (Williams, 1997). En 2016, deux blés se démarquaient pour la haute teneur en protéines : CRGB08c.153 et 09SW196.09, et seule la seconde a été réintroduite dans les essais en 2017. Les résultats moyens obtenus en 2017 pour trois sites au Centre-du-Québec varient entre 11,0 et 13,3 % (tableau 3), ce qui rencontre les critères de l'industrie boulangère. La variété 09SW196.09 se démarque encore avec une moyenne de 13,3 %, suivie de CRGB08c.2296 avec une moyenne de 12,7 %. Les autres lignées et le témoin Major varient entre 11,0 et 11,9 %, la lignée 07SW443.1 ayant obtenu le plus faible taux moyen. Cependant, un taux élevé de protéines n'est pas le seul critère pour juger de la performance d'une variété de blé panifiable, la qualité de la protéine étant un critère essentiel. La protéine totale est un mélange complexe, mais la qualité du gluten est particulièrement déterminante.

Valeur du gluten : Afin que le processus de panification soit efficace, les protéines à gluten (gliadines et gluténines) doivent être présentes dans des proportions équilibrées. Un excédent de l'une par rapport à l'autre peut nuire à la panification. La nature biochimique exacte de ces diverses protéines a aussi une grande influence. Ces protéines augmentent graduellement dans le grain pendant la croissance du blé, les gluténines se stabilisant à un niveau déterminé par la génétique de la lignée alors que les gliadines peuvent continuer à augmenter lorsque les conditions de culture sont favorables. Un indice de valeur de gluten a été obtenu selon les critères de La Milanaise, pour chacune des variétés; plus celui-ci est élevé et plus le potentiel de la lignée comme blé panifiable est élevé (tableau 4). La variété 09SW196.09 se démarque encore une fois des autres lignées à l'essai, alors que la lignée 07SW443.1 a obtenu un indice moyen plus faible. Toutes les autres sont intermédiaires, à mi-chemin entre les extrêmes. On remarque aussi des différences entre les trois sites (tableau 5). La CRGB08c.2296 et la CRGB11c.0043 ont un gluten très correct à 2 sites sur 3; elles ne sont pas satisfaisantes au site Nicolet. La CRGB11c.0205, quant à elle, a un bon gluten à Victoriaville, alors que la BS10-430 a un bon gluten à Parisville. Ces interactions dénotent sans doute un besoin d'études sur plus d'années et de sites, mais la stabilité de performance de la lignée 09SW196.09 représente un atout.

Tableau 5 – Indice de valeur moyen du gluten pour chacune des lignées à chacun des sites au Centre-du-Québec

Site/lignée	09SW196.09	BS10-430	CRGB08c.2296	CRGB11c.0043	CRGB11c.0205	07SW443.1	Major
Victoriaville	7,4	6,6	7,3	7,1	7,1	6,6	7,1
Parisville	7,5	7,4	7,1	7,3	6,9	6,6	7,1
Nicolet	7,4	6,6	6,8	6,6	6,9	6,5	6,9

Indice de chute : L'indice de chute sert à évaluer l'ampleur des dommages qui pourraient résulter d'une tendance à la germination sur épi dans le blé. Un indice de chute élevé indique que le blé est sain et qu'il convient à la majorité des procédés de cuisson. Le seuil minimal normalement acceptable pour l'indice de chute est de 250 secondes et le grade no 1 de blé CWRS (blé rouge de printemps de l'Ouest canadien) a normalement une valeur supérieure à 350 secondes (Grains Canada, 2016). La lignée 09SW196.09 est encore une fois en tête de rang avec une moyenne de 361 secondes. On remarque que les résultats sont généralement plus faibles sur le site de Nicolet. Par exemple, la lignée CRGB11c.0043 a obtenu un indice de chute de 163 secondes (tableau 6), ce qui est assez faible. Il est toutefois plausible que la date de récolte n'ait pas été idéale (car nous devions limiter nos voyages) et que ce résultat soit excusable. Les indices de chute des autres blés sont essentiellement corrects.

Tableau 6 - Indice de chute en secondes pour chacune des lignées de chacun des sites dans le Centre-du-Québec

Site/lignée	09SW196.09	BS10-430	CRGB08c.2296	CRGB11c.0043	CRGB11c.0205	07SW443.1	Major
Victoriaville	377	359	369	375	397	380	367
Parisville	380	269	329	322	335	380	347
Nicolet	325	269	307	163	291	263	364
Moyenne	361	299	335	287	341	341	359

Poids spécifique : Le poids spécifique est utilisé afin d'indiquer la densité et la solidité des grains, et on préfère des poids spécifiques élevés (>75 kg/hl). La lignée CRGB08c.2296 présente le poids spécifique moyen le plus élevé, suivi de près par la lignée 09SW196.09 (tableau 4). Tous les blés étudiés ont été très satisfaisants pour ce paramètre.

Essais boulanger - Moulin la Pierre

La dernière phase de l'évaluation des lignées de blés a consisté en la fabrication de pains. Il est important de noter que nous présentons ces premiers résultats sous toutes réserves, car nous ignorons le degré de répétabilité qu'ils peuvent avoir, et nous ne désirons pas porter préjudice ou avantager un blé sur la base de tels résultats préliminaires, du moins pas avant d'avoir validé les informations avec une seconde année d'essais. C'est pour cela que nous avons remplacé les noms de lignées par des codes (lignées A à G).

À priori, les diverses lignées de blé n'offrent pas de grandes différences au niveau du goût du pain (tableau 7). Toutefois, les tests organoleptiques bien faits révèlent parfois des différences. De rares variétés ont vraiment un goût différent, très bon ou très mauvais, si prononcé que la majorité des dégustateurs le détectent. Nous nous sommes intéressés à la question, et Moulin La Pierre a accepté de faire des pains avec les blés récoltés en 2017.

Des échantillons de 2,2 kg de grains criblés et nettoyés issus des 6 lignées et du témoin Major récoltés à chacun des trois sites au Centre-du-Québec ont été apportés au Moulin La Pierre, pour un total de 21 lots de grains. Les grains ont été moulus avec un petit moulin à farine, elle n'était donc pas entièrement représentative d'une farine du commerce. La farine obtenue n'était pas totalement blanche.

Le pétrissage a été fait avec un petit pétrin, et l'eau était ajustée par une boulangère expérimentée qui nous dit ne pas avoir toujours été certaine d'avoir obtenu le bon degré d'hydratation. La boulangère a pris des notes sur l'aspect de la pâte en cours de pétrissage et de levée.

Un panel d'une quinzaine d'employés du CETAB+ a été constitué pour faire les observations, mais la dégustation s'étant allongée, nous avons terminé avec un groupe réduit (figure 8). La grille d'évaluation est présentée à l'annexe 4. On a observé des différences assez claires du volume des pains. Certains pains s'étaient légèrement affaissés en fin de levée ou pendant la cuisson. Une partie des effets était causés par le site. Pour une raison quelconque, les blés de Parisville ont donné des pains un peu plus gros que les blés des deux autres sites (tableau 8). Ces résultats ne sont pas vraiment explicables par la teneur en protéines, si on considère les résultats de La Milanaise pour ce paramètre. En effet le taux de protéines était fort semblable entre Parisville et Victoriaville.

Pour l'aspect extérieur, Parisville et Victoriaville ont donné la meilleure apparence pour la croûte (tableau 8). Pour les autres critères, les différences étaient peu notables. Ce fut pour nous un apprentissage, et nous saurions certainement mener de tels tests de manière plus efficace dans une seconde année.

Notre but était surtout de savoir si nous avions des cas exceptionnels, c'est-à-dire des blés remarquables au niveau du bon ou du mauvais goût. Nous pouvons déjà conclure que hormis les différences de volume du pain, les différences d'arôme et de gout observées ne sont pas majeures. Tous ces blés pourraient entrer sur le marché sans causer de déceptions quant au goût.

Tableau 7 - Effet moyen des lignées sur les paramètres organoleptiques et l'apparence des pains (jugement par 6 à 15 dégustateurs, avec notation subjective des paramètres observés)

		/10 points	/10 points	/20 points	/10 points	/10 points	/15 points	/25 points
Lignée	Rendement en farine %	Volume	Aspect extérieur (croûte)	Aspect de la mie	Texture	Mâche	Arôme	Goût, Saveur
Lignée A	72,9	8,6	8,1	15,1	8,2	8,6	11,3	20,1
Lignée B	75,3	8,5	8,4	12,8	8,6	8,2	11,7	19,7
Lignée C	74,2	8,8	7,6	13,7	8,8	8,1	10,9	19,5
Lignée D	74,4	7,2	6,8	14,6	8,4	8,7	10,9	20,3
Lignée E	76,9	8,6	8,1	12,6	8,0	8,1	10,9	18,9
Lignée F	78,9	7,6	7,4	12,5	8,7	8,1	11,9	18,7
Lignée G	72,9	7,0	7,3	12,4	8,3	8,3	11,5	19,8
Écart-type	2,7	1,2	0,9	1,5	0,5	0,4	0,5	0,9

Tableau 8 - Effet moyen des sites sur les paramètres organoleptiques et l'apparence des pains

Site	Volume	Aspect extérieur (croûte)	Aspect de la mie	Texture	Mâche	Arôme	Goût, Saveur
Nicolet	7,9	7,3	13,1	8,3	8,2	11,4	19,7
Parisville	8,6	8,0	13,1	8,3	8,2	10,9	19,0
Victoriaville	7,7	7,8	14,1	8,7	8,5	11,6	20,0

Figure 8 – Photos prises lors du panel de dégustation du 23 octobre 2017 dans les locaux du CETAB+

7- Retombées

Sur l'établissement ou le centre :

L'agriculture biologique est un secteur stratégique pour le Cégep de Victoriaville depuis plus de 30 ans, et encore plus depuis l'acquisition d'une terre de 55 ha à Victoriaville, dont 40 ha sont en culture. Un investissement de près de 20 millions $ y est en cours afin de mettre en place une infrastructure qui servira à la recherche et l'enseignement en agriculture biologique, dont un nouveau centre de recherche servant aux activités du CETAB+. Le CETAB+ est un des plus grands centres de recherche appliquée et de transfert en agriculture biologique au Canada, et entretient un lien étroit avec le département d'agriculture du collège. En réalisant des projets et des expérimentations à la ferme, il est possible d'augmenter le transfert, d'innover rapidement et de résoudre des problèmes concrets afin d'accroître la capacité de production, la rentabilité et la durabilité des entreprises biologiques. L'enseignant du département d'agriculture dégagé pour ce projet, M. Denis La France, a développé de nouvelles connaissances afin de mieux former les étudiants et informer ses collègues professeurs des résultats obtenus. Par la réalisation, entre autres, de ce projet, le CETAB+ vise à développer une expertise en sélection végétale, objectif inscrit dans son plan stratégique. Des travaux sont en cours pour développer un seigle d'automne très précoce, adapté à la couverture de sol pour le semis direct sans herbicides ainsi que sur l'évaluation de variétés et lignées de céréales d'automne adaptées à la régie biologique. Un projet en démarrage permettra de composer des mélanges de cultivars de blé pour améliorer performance et résistance aux maladies.

Le projet a permis l'émergence de Julie Anne Wilkinson comme assistante chargée de projet, en remplacement de Noémie Gagnon-Lupien en congé de maternité; elle est devenue un nouveau membre très appréciée de l'équipe du CETAB+. Elle a assumé plus de responsabilités que prévu dans le projet initial et depuis plus d'un an, elle est en formation avec André Comeau et Denis La France comme mentors. Elle sera impliquée à l'avenir dans les projets de sélection végétale dans les céréales.

Sur l'enseignement et la formation :

Ce projet a enrichi la formation scientifique offerte au cégep de Victoriaville. Il a touché la majorité des étudiants de Gestion et technologies d'entreprise agricole (GTEA) et un étudiant en sciences de la nature, favorisant la sensibilisation des étudiants à la problématique de la sélection végétale. Plus spécifiquement, ils ont pris conscience des enjeux relatifs à la

sélection de variétés dans une espèce donnée (blé de printemps) et plusieurs étudiants ont été impliqués dans les différentes étapes du projet.

Le programme de formation GTEA comporte une compétence intitulée : Recherche et développement à la ferme. En 2017, dans le cadre de ce cours donné par Denis La France, les étudiants ont rédigé un rapport sur le présent projet et ils ont participé à deux suivis sur le terrain. Le premier, supervisé par M. Denis La France, enseignant, leur a permis de se familiariser avec l'évaluation visuelle de la vigueur et la compétitivité face aux mauvaises herbes; après la prise de données ils ont sarclé les parcelles, à tout le moins en partie. Le deuxième, en présence de M. André Comeau, généticien d'expérience, a permis aux étudiants de se familiariser avec les principales maladies et insectes ravageurs dans le blé (figure 9). Ces activités d'observation ont été très formatrices pour les étudiants puisque l'évaluation visuelle est en soi une méthode subjective; chaque individu ayant une perception différente.

Figure 9 – Visite des parcelles pour les observations de maladies et insectes avec le Dr André Comeau dans le cadre du cours Recherche et développement à la ferme.

Sur le milieu :

La demande pour des variétés adaptées à la culture biologique est très élevée. Les producteurs de céréales seront les premiers bénéficiaires de nos travaux en ayant accès à des blés plus résistants, plus performants en conditions biologiques et mieux appréciés par les usagers (meuniers et boulangers). Notre initiative visait en premier lieu à identifier les lignées proches de l'enregistrement spécifiquement adaptées au bio, ce qui sera un argument majeur ou complémentaire pour convaincre le propriétaire d'enregistrer un blé. La sélection pour l'allélopathie est un des aspects les plus intéressants; la création de cultivars résistants aux mauvaises herbes pourrait attirer l'attention des producteurs conventionnels désireux d'éviter ou de diminuer l'utilisation des herbicides.

Sur le partenaire, le cas échéant :

Les partenaires agriculteurs chez lesquels les parcelles étaient installées se sont intéressés au projet. Un de ces partenaires, Semences RDR, a un intérêt d'autant plus grand qu'il est un producteur et commerçant de semences certifiées biologiques. La meunerie La Milanaise, premier acheteur de blé biologique au Québec, est aux premières loges pour voir émerger du matériel avec le potentiel d'enregistrement comme nouvelles variétés. Deux lignées performantes et riches en protéines émergeant de notre essai (09SW196.09 et CRGB08c.2296) amélioreraient probablement la qualité panifiable des farines si elles étaient mélangées à d'autres blés.

8- Stratégies utilisées relatives au transfert et à la diffusion des résultats

Une journée de démonstration a été organisée le 25 juillet 2017 à la ferme-école du Cégep de Victoriaville. Au total, 25 participants ont visité les parcelles; des agriculteurs intéressés à cultiver certaines des lignées qu'ils observaient, des agronomes-conseils, des représentants du ministère de l'agriculture, et le meunier/boulanger du Moulin La Pierre.

Les résultats ont été présentés devant plus de 150 personnes au Colloque bio pour tous, le 21 février 2018 à Victoriaville, par Julie Anne Wilkinson.

Le présent rapport sera diffusé sur le site *agrireseau.net* et sur le site du CETAB+.

Une infolettre du CETAB+ diffusera les résultats à plus de 3000 abonnés.

Les propriétaires des lignées à l'essai seront contactés pour discuter des résultats obtenus dans le cadre du projet.

9- Conclusion

Les seules performances agronomiques incluant le rendement, la compétitivité face aux mauvaises herbes et la résistance aux maladies ne suffisent pas pour rendre un blé intéressant. Il faut aussi que les qualités boulangères soient présentes. Pour l'instant, sur la base de tous les critères, trois lignées mériteraient l'enregistrement spécifiquement pour le secteur biologique, soit CRGB08c.2296, BS10-430 et 07SW443.1. La première possède un intérêt particulier quant à sa haute teneur en protéines. La seconde et la troisième sont excellentes en allélopathie. Toutefois, l'attrait des deux dernières citées serait davantage pour les boulangers artisanaux qui n'exigent pas autant de protéines. Les responsables du présent projet approcheront les propriétaires de ces lignées et tenteront de les convaincre de les faire enregistrer et de faire multiplier la semence pour les rendre disponibles aux agriculteurs biologiques d'ici peu. Toutefois, une partie du travail à venir sera de trouver un producteur de semences intéressé. La petite taille du marché peut être un obstacle à la commercialisation.

Le cas du blé 09SW196.09 est différent, car il sera utile à la fois au secteur conventionnel et au secteur bio, ayant une excellente résistance aux maladies. Nous nous attendons logiquement à ce qu'il soit enregistré d'ici un an ou deux. Notre projet aura défini à l'avance son utilité en conditions bio, et ce pour les boulangers qui préfèrent une haute teneur en protéines.

Par ailleurs, des essais complémentaires au projet actuel ont permis de cibler plusieurs nouvelles lignées (non listées dans notre rapport) qui méritent une évaluation en conditions bio. Une troisième année d'essais est prévue si le financement est confirmé d'ici peu, ce qui permettrait de valider nos conclusions.

Différents boulangers ont diverses préférences en termes de variétés, et les boulangers québécois intéressés au bio sont innovateurs. Il existe un potentiel de marché de créneau à développer, de nouveaux produits, de nouvelles manières d'utiliser des blés intéressants. Ainsi, certains blés plus riches en lutéine méritent étude; le Walton, un peu disqualifié dans notre étude à cause de la vomitoxine (DON) parfois élevée, fait partie des blés à haute teneur en lutéine (trait identifiable par la couleur de la farine, plus jaune) ainsi que les blés BS10-430 et 07SW443.1.

En considérant tous les différents aspects étudiés, le blé Major s'avère un témoin très utile. Sa résistance au Fusarium le classe comme un des meilleurs blés québécois, et elle se confirme en conditions bio. Major possède aussi une assez bonne valeur panifiable accompagnée d'une stabilité de performance, laquelle est sans doute reliée à sa résistance à plusieurs maladies dont le charbon, un atout indéniable.

Ceci dit, tous les blés récoltés en 2017 possèdent une qualité à peu près égale ou supérieure à Major, et dans certains cas, on trouve chez ces blés d'autres traits extrêmement désirables, comme une teneur en protéines nettement plus élevée (09SW196.09 et CRGB08c.2296), une résistance très forte au Fusarium et une maturité plus hâtive parfois très appréciée. Enfin, les blés BS10-430 et 07SW443.1 sont parmi les plus allélopathiques.

Tout d'abord, nous tenons à remercier le ministère de l'Éducation et Enseignement supérieur pour leur soutien financier. Nous remercions le CEROM, Semican, Céréla et Synagri pour nous avoir fourni les lignées utilisées dans les essais 2017. Nous remercions également La Milanaise, Moulin La Pierre et Semican pour leur participation et implication dans le présent projet, ainsi que la ferme Roumer et la ferme RDR pour le prêt de parcelles. Finalement, nous remercions toute l'équipe du CETAB+ pour sa collaboration au projet.