

RÉSEAU DES PLANTES BIO-INDUSTRIELLES **Rapport final 2018-2019**



15 février 2019

Rédaction du rapport

Snizhana Olishevskaya, Ph.D.

Coordonnatrice du Réseau des plantes bio-industrielles du Québec, Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

Coordonnatrice de l'atelier des graminées pérennes

Huguette Martel, agr.

Conseillère en plantes fourragères et plantes pérennes à des fins bio-industrielles, MAPAQ-Estrie

Coordonnateur de l'atelier des saules à croissance rapide :

Michel Labrecque, Professeur

Institut de recherche en biologie végétale (IRBV)

Collaborateurs

Philippe Seguin, Professeur

Université McGill

Caroline Halde, Professeure

Université Laval

Julie Lajeunesse, Chercheuse

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Benoit Lafleur, Professeur

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Céline Georlette, Chercheuse

Centre de développement bioalimentaire du Québec Inc.

Marjolaine Bernier-Leduc, agr.

MAPAQ-Gaspésie

Alice Chagnon

Conseillère en développement des entreprises agroalimentaires, Centre local de développement Abitibi

Robert Langlois, Contremaître

Pépinière municipale, Ville de Boisbriand

Roger Samson, Directeur

REAP-Canada

Antoine Dionne, M. Sc.

Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ

Alexis Latraverse, M. Sc.

Professionnel de recherche en entomologie, CÉROM

Nathalie Landé, M. Sc.

Professionnelle de recherche, CÉROM

**Responsable du
Centre de recherche**

Gabriela Martinez, Directrice générale,
Centre de recherche sur les grains inc. CÉROM

Centre de recherche sur les grains inc. CÉROM

740, chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, CANADA, J3G 0E2

Tél. : 450 464-2715

Téléc. : 450 464-8767

www.cerom.qc.ca

Le rapport peut être cité comme suit : Olishevskaya S. 2019. Rapport final des activités 2018-2019 du Réseau des Plantes Bio-industrielles du Québec. CÉROM. Saint-Mathieu-de-Beloeil. 66 pages.

La réalisation des activités du RPBQ présentées dans ce rapport est rendue possible grâce au soutien financier Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	4
SOMMAIRE DES ACTIVITÉS 2018	5
Atelier saule à croissance rapide	5
Sites d'étude	5
Évaluation du rendement	7
Résultats de la saison 2018	8
Croissance et rendement	8
Dépistage des ravageurs du saule à croissance rapide	13
Dépistage des maladies fongiques du saule à croissance rapide	22
Atelier des graminées pérennes	31
Sites d'étude	31
Entretien des sites	33
Prise de données et récolte	35
Résultats de la saison 2018	37
Panic érigé	37
Semis 2011	37
Semis 2012	43
Semis 2015	49
Semis 2016	53
Dépistage de <i>Tilletia maclaganii</i> du panic érigé	56
Miscanthus géant	59
Plantation 2011	59
Stratford	60
Semis et plantation 2010	60
Conclusions sur les résultats des parcelles expérimentales	61
Déploiement de chaînes de valeurs pour la biomasse de plantes bio-industrielles	62
RÉFÉRENCES	65

INTRODUCTION

En 2010, le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a créé un réseau d'essais et de développement de diverses cultures à fort potentiel bio-industriel sur le territoire québécois, le Réseau des plantes bio-industrielles du Québec (RPBQ). De 2010 à 2017, différentes cultures telles que les graminées pérennes, les graminées annuelles (le sorgho sucré, le chanvre industriel, le lin), le triticale et le saule à croissance rapide (SCR) ont été évalués pour leur potentiel bio-industriel. Parmi ces cultures, le SCR et les graminées pérennes telles que le panic érigé (PE) et le miscanthus géant (MG) représentent un intérêt particulier en raison de leur rendement, de leur aspect vivace et de leur adaptation aux conditions climatiques du Québec. Différents usages bioindustriels à partir de biomasse de ces plantes sont envisageables. Parmi ceux-ci, la production de bioénergie (l'éthanol cellulosique, les granules/briquettes de biocombustibles), la production de biomatériaux et de diverses molécules à haute valeur ajoutée. Pour ces raisons, le PE, le MG et le SCR ont été retenus pour la poursuite de l'étude des aspects agronomiques et environnementaux durant la saison 2018-2019.

Un réseau de huit plantations de SCR a été mis en place en 2011 afin de comparer la croissance et la résistance aux insectes et aux maladies fongiques de cinq cultivars de saule. Suite à un premier cycle de production, un second s'est amorcé en 2015, celui-ci ayant comme objectif d'évaluer et de comparer les rendements à plus long terme. Ainsi, l'objectif de cette nouvelle phase de travail de l'Atelier saule à croissance rapide durant la saison 2018-2019 consiste à effectuer le recepage du SCR des parcelles ayant un cycle de récolte de 2 ans (récolté en 2016) et comparer le rendement du SCR récolté en 2017 après un cycle de 3 ans, de même qu'effectuer le dépistage des ravageurs et des maladies fongiques du SCR.

Les principaux objectifs de l'Atelier graminées pérennes visent à évaluer la longévité, l'adaptabilité et la performance agronomique d'hybrides de MG implantés en 2010 ainsi que de cultivars de PE implantés en 2011, 2012, 2015 et 2016 dans cinq sites expérimentaux avec des conditions climatiques différentes et répartis dans toute la province. Les objectifs de la saison 2018-2019 consistent à colliger l'information obtenue dans les différents sites sur la performance des espèces et des cultivars, *i.e.* le rendement, la hauteur, la maturité, la verse, ainsi qu'effectuer le dépistage de *Tilletia maclaganii*, un champignon phytopathogène responsable du charbon de tête chez le PE.

Ce rapport présente l'évolution des rendements et de la hauteur moyens de divers cultivars du SCR, du PE et du MG cultivées dans les différentes régions du Québec durant les six dernières années, le dépistage des ravageurs agricoles et des maladies fongiques, ainsi que l'avancement dans le déploiement de chaînes de valeurs bio-industrielles pour la biomasse de ces plantes.

SOMMAIRE DES ACTIVITÉS 2018

Atelier saule à croissance rapide

Le suivi des plantations de SCR par le RPBQ consistait à évaluer la performance agronomique en fonction du cycle de récolte (récolte à toutes les 2 ans vs à toutes les 3 ans). La moitié des parcelles (deux blocs parmi les quatre) établies dans toutes les régions a été recépée après un cycle de 2 ans en 2016, tandis que l'autre moitié (deux autres blocs) a été recépée après un cycle de 3 ans en 2017.

L'objectif principal de l'activité de cet atelier en 2018 consistait à effectuer le recepage du SCR des parcelles ayant un cycle de récolte de 2 ans (récolté en 2016) et comparer le rendement du SCR récolté en 2017 après un cycle de 3 ans.

Sites d'étude

Huit sites avaient été sélectionnés en 2011 afin de répondre aux objectifs primaires de cette étude. Ces sites sont répartis à travers le Québec et présentent des différences au niveau du climat (Tableau 1 et Figure 1). Ainsi, les températures annuelles moyennes varient entre 1,2°C (La Morandière) et 5,8°C (Beloeil), alors que les précipitations annuelles moyennes varient entre 918 mm (La Morandière) et 1220 mm (St-Siméon). Durant la saison de croissance, soit durant les mois de mai, juin, juillet et août, les températures moyennes varient entre 13,6°C (St-Siméon) et 17,8°C (St-Roch-de-l'Achigan), alors que les précipitations totales varient entre 356 mm (Beloeil) et 464 mm (St-Lambert). Enfin, le nombre de degrés-jour annuel au-dessus de 5°C varie entre 1400 (La Morandière) et 2015 (St-Roch-de-l'Achigan).

Il est à noter cependant que pour diverses raisons, les sites de St-Lambert et d'Alma ont dû être abandonnés au cours des dernières années et ne font désormais plus partie de cette étude.

Cinq cultivars de saules, soient *Salix dasyclados* ('SV1'), *Salix viminalis* ('SV5027'), *Salix miyabeana* ('SX61', 'SX64' et 'SX67') ont été plantés dans chacun de ces sites afin d'évaluer leur rendement en fonction du cycle de récolte.

Tableau 1. Localisation et principale caractéristiques¹ climatiques des sites d'étude.

Site	Température annuelle moyenne (°C)	Précipitation annuelle moyenne (mm)	Température moyenne M-J-J-A ² (°C)	Précipitation totale M-J-J-A ² (mm)	Degrés-jour Annuel (> 5°C)
La Morandière	1.2	918	14.2	389	1400
Alma*	2.3	887	15.2	359	1546
St-Siméon	2.6	1220	13.6	457	1426
St-Lambert*	4.7	1170	16.5	464	1782
La Pocatière	4.1	962	15.6	347	1641
Boisbriand	5.0	1064	16.8	373	1866
St-Roch-de-l'Achigan	5.6	1006	17.8	367	2015
Beloeil	5.8	1046	17.5	356	2008

¹ Les données climatiques sont tirées des normales climatiques publiées par Environnement Canada pour la période 1971-2000.

² M-J-J-A : signifie Mai, Juin, Juillet et Août, et correspond à la saison de croissance.

* Site ne faisant plus partie de l'étude

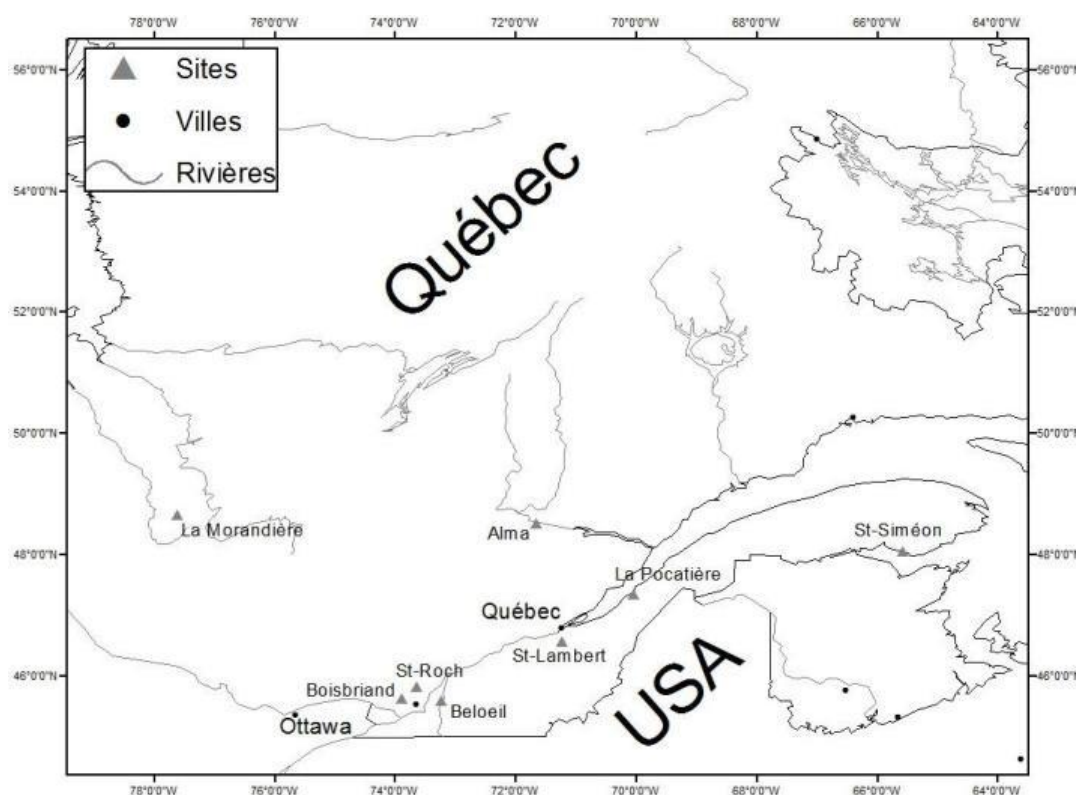


Figure 1. Localisation des huit sites faisant partie de l'étude.

Évaluation du rendement

La hauteur et le diamètre des plants ont été mesurés dans chacun des quatre blocs des cinq sites, soient dans les 2 blocs recépés en 2017 (tiges de 1 an) et dans ceux recépés en 2016, et à nouveau cette année en 2018 (tiges de 2 ans). Plus spécifiquement, pour ces mesures, neuf plants ont été choisis au hasard parmi les trois rangées du milieu. Au total, 180 plants ($5 \text{ cultivars} \times 4 \text{ blocs} \times 9 \text{ plants/cultivar} = 180 \text{ plants}$) ont été échantillonnés sur chacun des sites. Ces mesures permettent la comparaison de la hauteur et du diamètre des tiges en fonction du cultivar, du site et de l'âge des tiges (i.e. 1 an ou 2 ans).

Concernant l'évaluation de la biomasse, seuls deux blocs sur quatre ont été échantillonnés, soient les deux blocs recepés aux deux ans (2016, 2018). Les plants sélectionnés pour les mesures de hauteur et de diamètre ont été récoltés, puis pesés au champ (sans feuille). Pour chacun des cultivars, un échantillon composite formé de quatre tiges ($1 \text{ branche/plant} \times 2 \text{ plants/parcelle} \times 2 \text{ blocs} = 4 \text{ tiges}$) a été récolté, mis dans un sac de papier et pesé humide. Cet échantillon formé de portions de 30 cm de la base, du milieu et du haut du plant a ensuite été séché, jusqu'à température constante, puis repesé afin d'évaluer le pourcentage d'humidité. Ces estimations de biomasse permettent la comparaison du rendement annuelle des cultivars et plantations en fonction de la longueur du cycle de recépage (i.e. 2 ans ou 3 ans).

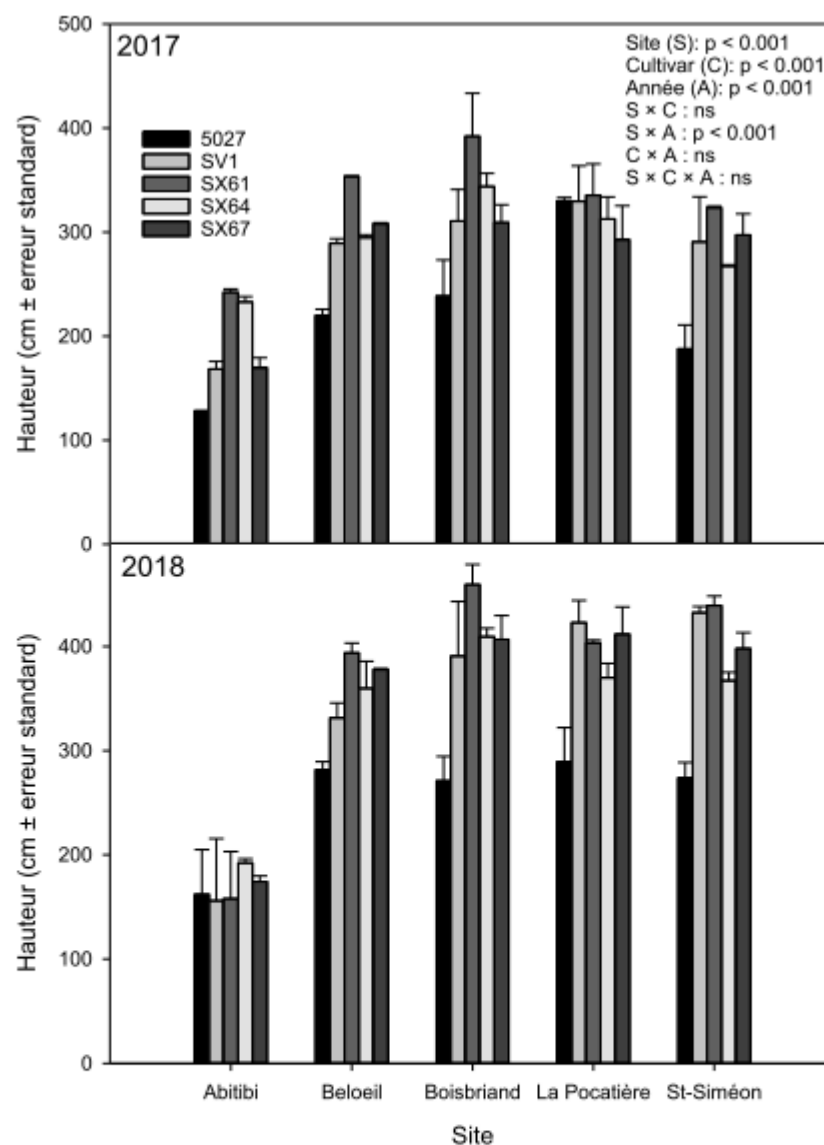
Analyse statistique : Une analyse de variance à trois critères de classification a été utilisée afin de comparer les valeurs de hauteur, de diamètre et de rendement annuel en biomasse en fonction du cultivar, du site et l'âge des tiges (hauteur et diamètre) et la longueur de la rotation (rendement annuel). Des tests de comparaison multiple à postériori (Tukey HSD) ont été réalisés sur tous les échantillons dont l'analyse de variance se situait au seuil $\alpha \leq 0.05$. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le logiciel JMP 14.0.

Résultats de la saison 2018

Croissance et rendement

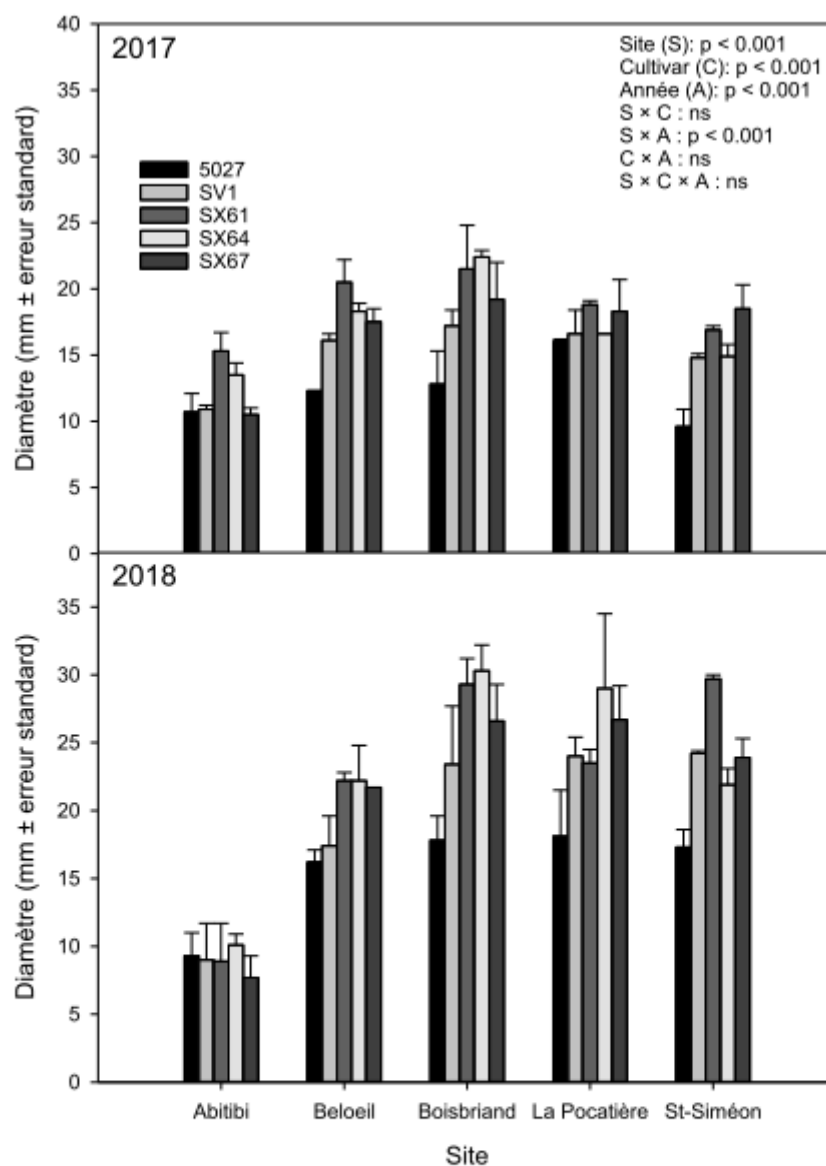
La hauteur des tiges des saules de un an ou de deux ans varie significativement selon les sites ($p < 0,001$), les cultivars testés ($p < 0,001$) et l'âge des tiges ($p < 0,001$). Tout traitement confondu, les plus longues tiges ont été observées sur le site de Boisbriand (moyenne = 3,53 m) et les plus courtes en Abitibi (moyenne = 1,78 m) (Figure 2). Le cultivar *S. miyabeana* 'SX61' présentait les plus hautes tiges, avec une moyenne 3,84 m en fin de saison 2018. À l'instar de la hauteur, le diamètre des tiges s'est révélé significativement ($p < 0,001$) plus grand sur le site de Boisbriand (moyenne = 22,0 mm), alors que les tiges ayant le plus petit diamètre ont été observées en Abitibi (moyenne = 10,6 mm) (Figure 3). Le diamètre était aussi significativement différent entre les cultivars, les plus grosses tiges appartenant aux cultivars du groupe *S. miyabeana*, soit 'SX61' et 'SX64' avec un diamètre moyen supérieur à 20 mm. Enfin, les tiges de deux ans avaient en moyenne une hauteur (3,33 m vs 2,78 m) et un diamètre (20,4 mm vs 16,0 mm) significativement supérieur aux tiges de 1 an (Figures 2 et 3).

Le rendement en biomasse a été ramené à une valeur annuelle en tonne sèche par hectare et les résultats obtenus selon les cultivars et les sites sont présentés à la Figure 4. Des différences significatives ont été observées en fonction du site de culture ($p < 0,001$), du cultivar ($p = 0,002$) et de la longueur de la rotation ($p = 0,011$). Dans ce dernier cas, l'analyse a comparé la biomasse récoltée en 2018 (rotation de deux ans) avec les valeurs de celle récoltée en 2017 (rotation de trois ans). En général, le rendement annuel moyen était supérieur à La Pocatière ($16,7 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) et inférieur en Abitibi ($4,3 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$). En ce qui concerne les cultivars, le rendement était significativement plus élevé pour les cultivars 'SV1', 'SX67', 'SX61' et 'SX64' (moyenne = $13,6 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) comparativement au '5027' ($8,9 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$). Sans surprise, le rendement moyen était significativement supérieur pour la rotation de 3 ans ($13,9 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) comparativement à celle de 2 ans ($11,5 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$) (Figure 4).



Selon les sites		Selon les cultivars	
Boisbriand	A	SX61	A
La Pocatière	A B	SX64	B
St-Siméon	A B	SX67	B
Beloeil	B	SV1	B
Abitibi	C	5027	C

Figure 2. Comparaison de la hauteur des tiges de saules recépés en 2017 (tiges de 1 an) et 2018 (tiges de 2 ans) pour cinq cultivars de saule cultivés dans cinq régions aux caractéristiques pédoclimatiques différentes.



Selon les sites		Selon les cultivars	
Boisbriand	A	SX61	A
La Pocatière	A B	SX64	A
St-Siméon	B	SX67	A B
Beloeil	B	SV1	B
Abitibi	C	5027	C

Figure 3. Comparaison du diamètre des tiges de saules recépés en 2017 (tiges de 1 an) et 2018 (tiges de 2 ans) pour cinq cultivars de saule cultivés dans cinq régions aux caractéristiques pédoclimatiques différentes.

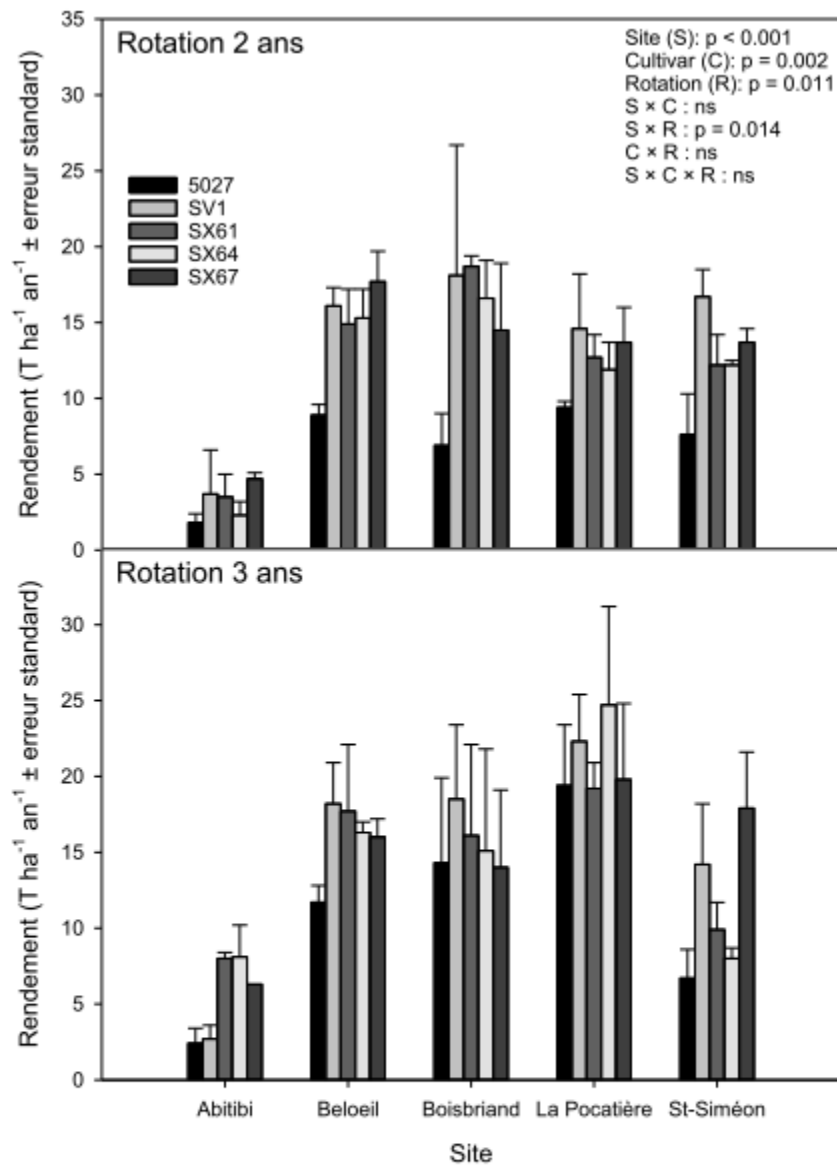


Figure 4. Comparaison des rendements annuels en biomasse aérienne pour cinq cultivars de saule cultivés selon des cycles de 2 ans ou 3 ans dans cinq régions aux caractéristiques pédoclimatiques différentes.

La poursuite de cette étude, qui s'est amorcée en 2011, est fort intéressante pour notre compréhension de la performance et du rendement des saules cultivés pour des fins énergétiques. À notre connaissance, très peu d'études similaires impliquant des conditions pédoclimatiques aussi variées ont été réalisées dans le monde. Les résultats obtenus au cours des dernières années ont mis en évidence le très grand potentiel de productivité des saules et démontré que le rendement peut se maintenir même après plusieurs années de culture.

D'une région à l'autre et d'une année à l'autre, les cultivars traités, à l'exception de '5027', ont présenté un rendement similaire. Outre '5027', aucun cultivar ne se démarque des autres par ses performances de croissance pour une région donnée. Ceci suggère que tous les cultivars, à l'exception de '5027', pourraient être utilisés quelle que soit la région, permettant ainsi de miser sur une diversité de cultivars pour la production de biomasse.

Le rendement particulièrement élevé et soutenu année après année, observé au site de La Pocatière est surprenant. On s'explique mal que les saules aient pu atteindre un tel rendement annuel (moyenne des rotations 2 et 3 ans et tous cultivars confondus = $16,7 \text{ T ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$), atteignant près de 25 tonnes sèches par hectare pour 'SX64' pour un cycle de rotation de trois ans. Il existe probablement un ensemble de conditions (température, précipitations, absence de la pression des ravageurs) favorisant la croissance des cultivars de saules testés dans cette région du Québec.

La comparaison du rendement en fonction des rotations est aussi intéressante mais cette donnée le sera beaucoup plus en 2020 alors que les deux rotations comparées (deux ans et trois ans) auront été récoltées au moins deux fois chacune.

La poursuite de cette étude, devrait nous permettre de répondre aux questions que soulèvent certains de nos résultats.

Dépistage des ravageurs du saule à croissance rapide

Le dépistage des ravageurs du SCR a été effectué à la mi-juin, mi-juillet et à la mi-août 2018 selon le protocole établi par l'équipe du CÉROM en 2018.

Au cours des trois mois d'été, dans les 5 sites expérimentaux, 22 ravageurs du SCR ont été identifiés jusqu'à l'espèce, parmi lesquels 5 différentes espèces de punaise, 4 espèces de puceron, 3 espèces de charançons, 2 espèces de cicadelles ainsi que 8 autres espèces (Tableau 2).

La plus grande diversité d'insectes trouvés sur les tiges et les feuilles du SCR appartenant à 26 taxons a été observée à La Pocatière (Figure 5). 18 et 19 taxons respectivement (Figure 6 et 7) ont été observés à Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB) et à Saint-Siméon, alors que Boisbriand et Champneuf n'ont démontré que seulement 6 et 5 espèces des ravageurs du saule, respectivement (Figure 8 et 9).

La présence et l'abondance des insectes dépendent des conditions climatiques de la région et de la sensibilité du cultivar. Par exemple à Champneuf, les insectes n'ont pu être détectés qu'en juillet, le mois le plus chaud à La Moradière, alors qu'aucun insecte n'a pas été détecté en juin et en août. Parmi les insectes détectés, la famille *Cicadelidae* était le plus abondante (Figure 9). *Caligrapha multipunctata* a infesté deux cultivars du SCR (SV1 et SX67), tandis que l'acarien rouge a été trouvé seulement sur le cultivar SV5027 (Tableau 2). Le cultivar SV64 a été vulnérable au puceron des écorces du saule et au puceron vert. Le dernier a endommagé aussi les cultivars SV5027 et SV1 (Tableau 2).

À Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB) les insectes ont majoritairement été observés en juin et en juillet, alors qu'en août, seulement quelques cicadelles de l'aster et chrysomèles versicolore du saule ont pu être observées. La chrysomèle versicolor du saule (*Plagiodera versicolora*) et le puceron des écorces du saule (*Pterocomma salicis*) étaient les espèces d'insectes les plus abondantes en juin, alors que le scarabée japonais (*Popillia japonica*) n'a pu être détecté qu'en juillet (Figure 6). Le cultivar SV5027 était le plus vulnérable aux maladies causées par les ravageurs. À SMB il a été endommagé par les dix espèces détectées (Tableau 2). L'altiste naine du saule, le calligraphe du saule, la cicadelle de la pomme de terre, le charançon vert, la chrysomèle versicolore du saule, le puceron des écorces du saule et le scarabée japonais ont été capable d'endommager plus que trois cultivars du SCR à SMB (Tableau 2). Ce peut s'expliquer, du moins en partie, par un climat favorable pour les ravageurs du saule dans cette région du Québec.

Tableau 2. Cultivars du saule à croissance rapide les plus vulnérables aux ravageurs.

Nom commun	Espèce	Cultivars de saule à croissance rapide les plus vulnérables à l'insecte				
		Saint-Mathieu-de-Beloeil	Boisbriand	Champneuf	La Pocatière	Saint-Siméon
Altiste naine du saule	<i>Crepidodera nana</i>	SV5027, SV1, SX61, SX64	SV1, SX64	pas observé	SV5027, SV1, SX61, SX64	SV5027, SV1, SX61, SX64 SX67
Acarien rouge	pas observé	pas observé	pas observé	SV5027	pas observé	pas observé
Calligraphe du saule	<i>Calligrapha multipunctata bigsbyana</i>	SV5027	pas observé	SV1, SX67	SV5027, SV1, SX61, SX64, SX67	SV5027, SV1, SX64
Cèphe du saule	pas observé	pas observé	SV1, SX61, SX64	pas observé	pas observé	pas observé
Cicadelle de l'astèr	<i>Macrostelus quadrilineatus</i>	pas observé	pas observé	pas observé	pas observé	pas observé
Cicadelle de la pomme de terre	non identifiée	SV5027	SX64	pas observé	pas observé	SV1, SX67
Charançon brun	non identifiée	pas observé	pas observé	pas observé	pas observé	SV5027, SV1
Charançon vert	<i>Polydrusus impressifrons</i>	SV5027, SV1, SX61	pas observé	pas observé	pas observé	SV5027, SV1, SX61, SX64, SX67
Charançon du saule	<i>Cryptorhynchus lapathi</i>	SV5027	pas observé	pas observé	pas observé	SV 5027, SX 61
Chrysomèle versicolore du saule	<i>Plagioderma versicolora</i>	SV5027, SV1	pas observé	pas observé	SV5027, SV1, SX61, SX64 SX67	pas observé
Coccinelle asiatique	<i>Harmonia axyridis</i>	pas observé	pas observé	pas observé	SX67	pas observé
Galle du saule	<i>Aculops tetanorthix</i>	SX61, SX64, SX67	pas observé	SX61, SX64, SX67	pas observé	pas observé
Puceron brun	non identifiée	pas observé	pas observé	pas observé	pas observé	SV5027, SV1, SX64, SX67
Puceron des écorces du saule	<i>Pterocomma salicis</i>	SV5027, SV1, SX64, SX67	pas observé	SX64	SX64	pas observé
Puceron géant du saule	<i>Tubercolachnus salignus</i>	pas observé	SX64, SX67	pas observé	pas observé	SV5027, SV1, SX61, SX64, SX67
Puceron vert	non identifiée	SV5027	SV5027, SV1, SX67	SV5027, SV1, SX64	pas observé	pas observé
Punaise bimaculée	<i>Cosmopepla lintneriana</i>	pas observé	pas observé	pas observé	SX61	pas observé
Punaise brune	<i>Euschistus servus</i>	pas observé	pas observé	pas observé	SV5027	pas observé
Punaise à croix rouge	non identifiée	pas observé	pas observé	pas observé	SV1	pas observé
Punaise du cormier	<i>Banasa dimidiata</i>	pas observé	pas observé	pas observé	SX61	pas observé
Punaise soldat	non identifiée	SV5027	pas observé	pas observé	SV1, SX64 SX67	SV5027, SV1
Scarabée japonais	<i>Popillia japonica</i>	SV5027, SV1, SX61	SV1	pas observé	pas observé	pas observé

En juin à Saint-Siméon, nous n'avons détecté que 5 espèces qui appartiennent aux différents genres (Figure 7). Le genre *Coleoptera* était le plus abondant. En juillet, deux fois plus d'insectes de différents genres et familles furent observés, la plus abondante était la famille *Curculionidae*. Il est important à noter que *Scythropus elegans* n'a été détecté qu'en juin, alors que *Tubercolachnus salignus* (scarabée japonais) n'est apparu qu'en octobre. À ce moment, il était le seul présent dans le site ayant l'abondance le plus élevé, soit de 200 individus (Figure 7). L'altiste naine du saule et le charançon vert ont infesté tous les 5 cultivars du SCR (Tableau 2). Les cultivars les plus vulnérables à l'infestation par les insectes détectés sont SV5027 et SV1 (Tableau 2). Le seul cultivar du SCR qui n'a pas été endommagé par le puceron brun est SX61. Le calligraphe du saule a été observé sur les trois cultivars du SCR soit SV5027, SV1 et SX64. La cicadelle de la pomme de terre, le charançon brun, le charançon du saule et le punaise soldat ont infesté seulement deux cultivars de SCR (Tableau 2).

La plus grande variété d'espèces d'insectes a été trouvée à La Pocatière, mais leur abondance a varié entre 2 et 18 en fonction de l'espèce et du mois de dépistage (Figure 5). Certaines espèces n'ont été trouvées qu'une seule fois pendant les trois mois de dépistage. Par exemple, les espèces du genre *Hemiptera*, de la famille *Cantharidae*, *Cosmopepla lintneriana* et *Banasa dimidiata* n'ont été observés qu'en juin, alors que les espèces du genre *Orthoptera*, de la famille *Geometridae* et *Formicidae*, ainsi que l'acarien rouge, n'ont été détectées qu'en juillet. Les espèces de la famille *Curculionidae* ainsi qu'*Harmonia axyridis* et *Euschistus servus* ont été trouvés exclusivement en août (Figure 5). Le calligraphe du saule (*Caligrapha multipunctata*) et les espèces de la famille *Coccinellidae* ont été observés pendant tous les trois mois du dépistage, mais leur abondance a varié. Ainsi, l'abondance de *C. multipunctata* est passée de 18 à 3 en trois mois, alors que l'abondance des espèces de la famille *Coccinellidae* est passée de 1 à 2 (Figure 5). La chrysomèle versicolore du saule (*Plagiodera versicolora*) a été détectée pendant les trois mois du dépistage, avec une abondance plus marquée en juin (17, Figure 5). Le puceron des écorces du saule (*Pterocomma salicis*) n'a pu être observé qu'en juillet, où il constituait l'espèce la plus abondante (Figure 5). Les espèces de la famille *Arctiida* et *Aphididae* ont été trouvées uniquement en août à un taux de 7 et 5 individus, respectivement (Figure 5). La chrysomèle versicolore du saule et le calligraphe du saule ont infesté tous les 5 cultivars du SCR (Tableau 2). Le cultivar SV1 était le plus vulnérable. Il a été endommagé par les 5 différents ravageurs du saule. Il est important à noter que le cultivar SX67 était le plus résistant à l'infestation par l'altiste naine du saule.

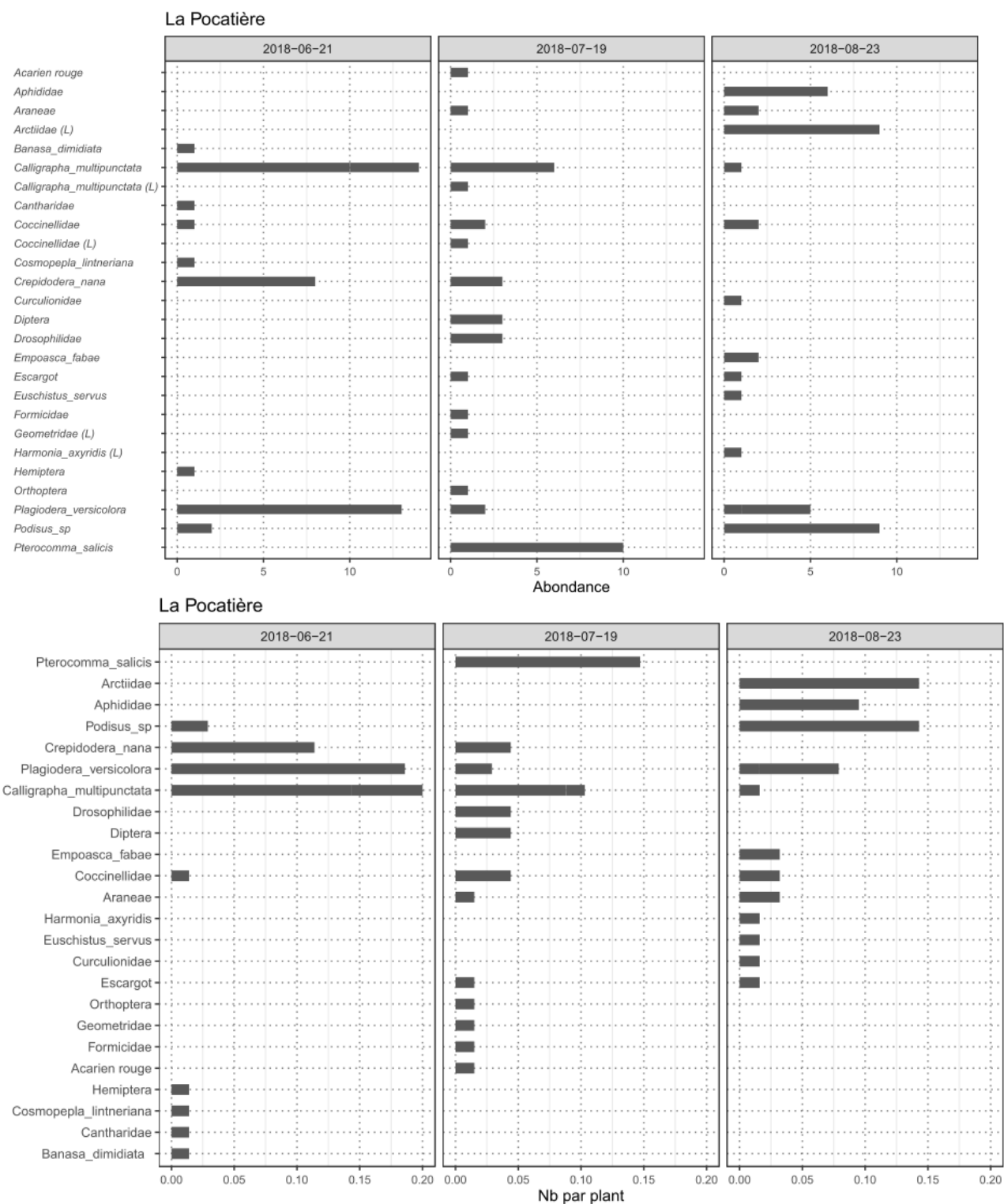


Figure 5. Abondance et nombre d'insectes de divers taxons observés dans les parcelles de saule à croissance rapide de La Pocatière.

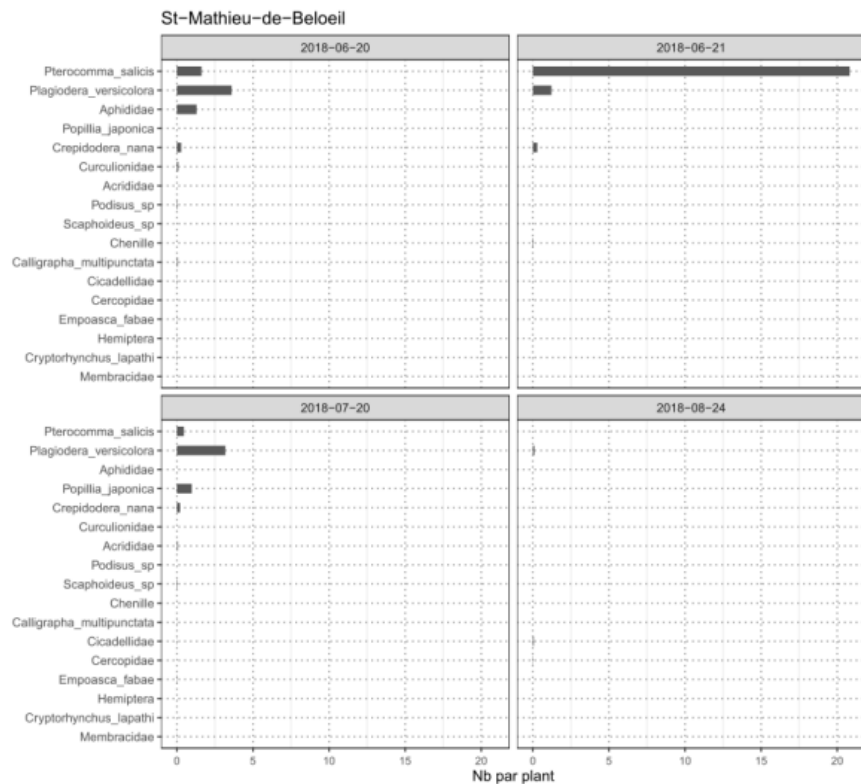
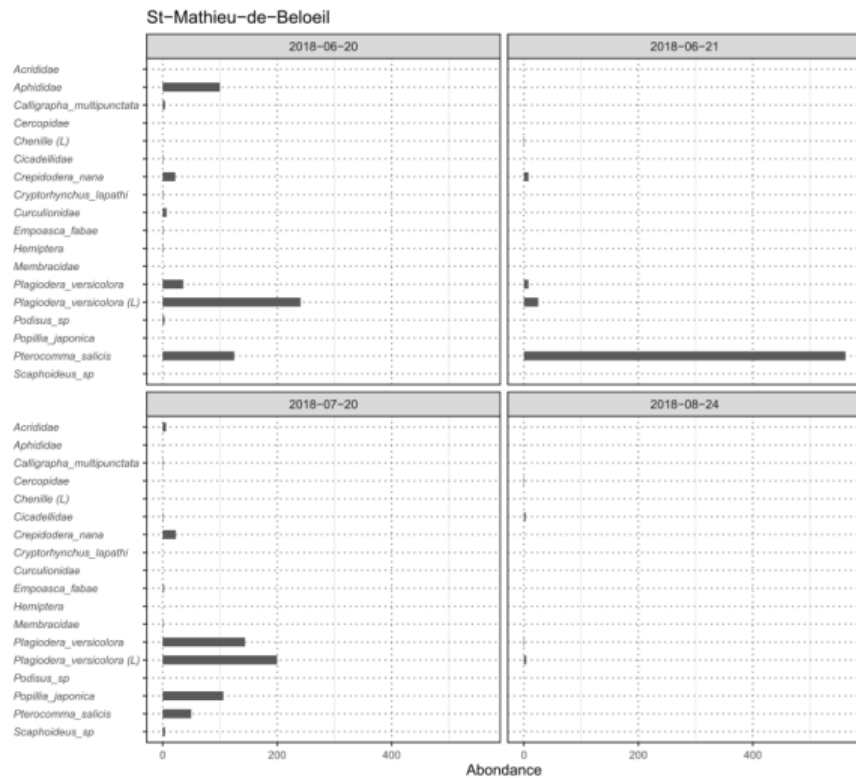


Figure 6. Abondance et nombre d'insectes de divers taxons observés dans les parcelles de saule à croissance rapide de Saint-Mathieu-de-Beloel.

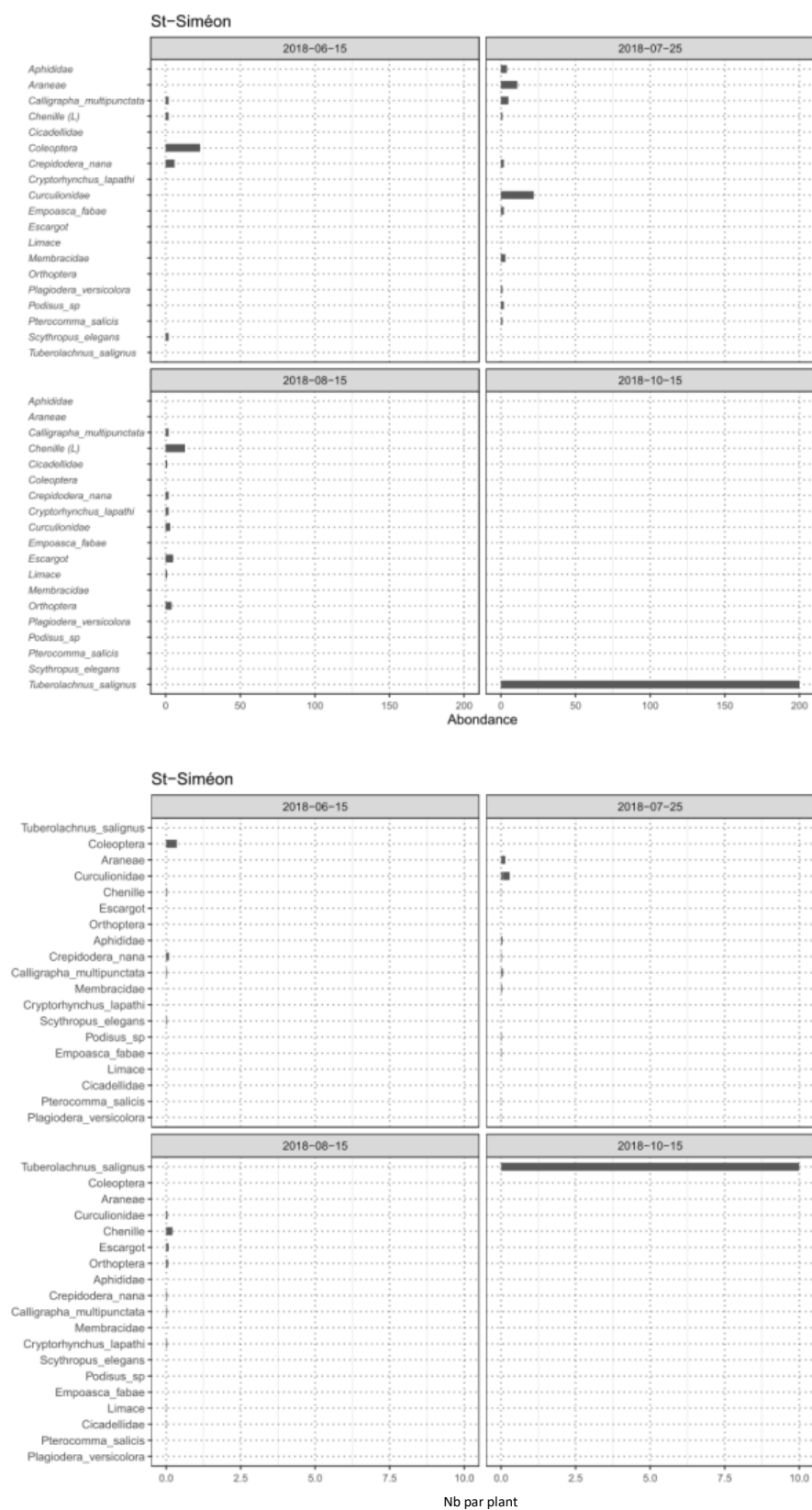


Figure 7. Abondance et nombre d'insectes de divers taxons observés dans les parcelles de saule à croissance rapide de Saint-Siméon.

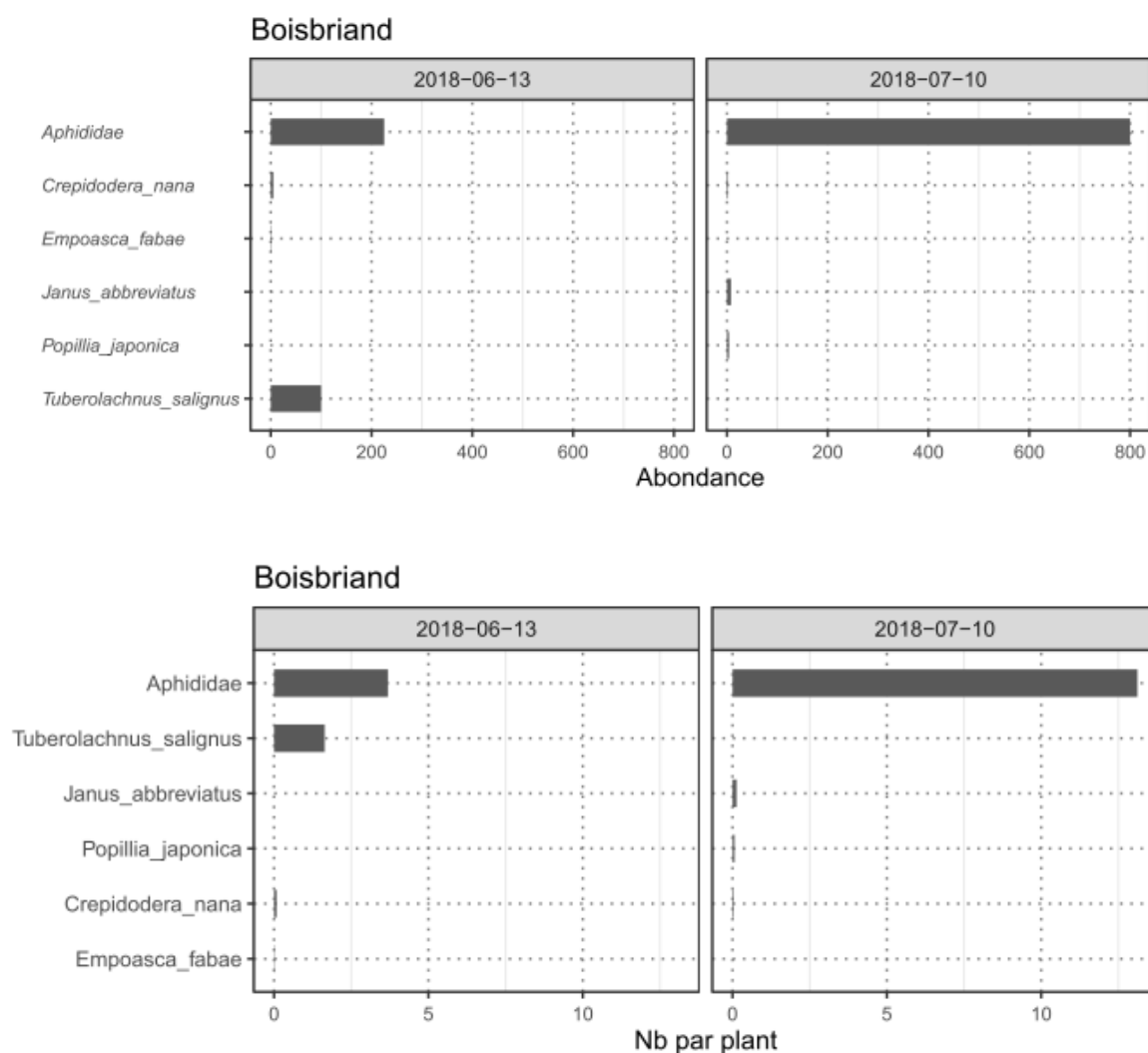


Figure 8. Abondance et nombre d'insectes de divers taxons observés dans les parcelles de saule à croissance rapide de Boisbriand.

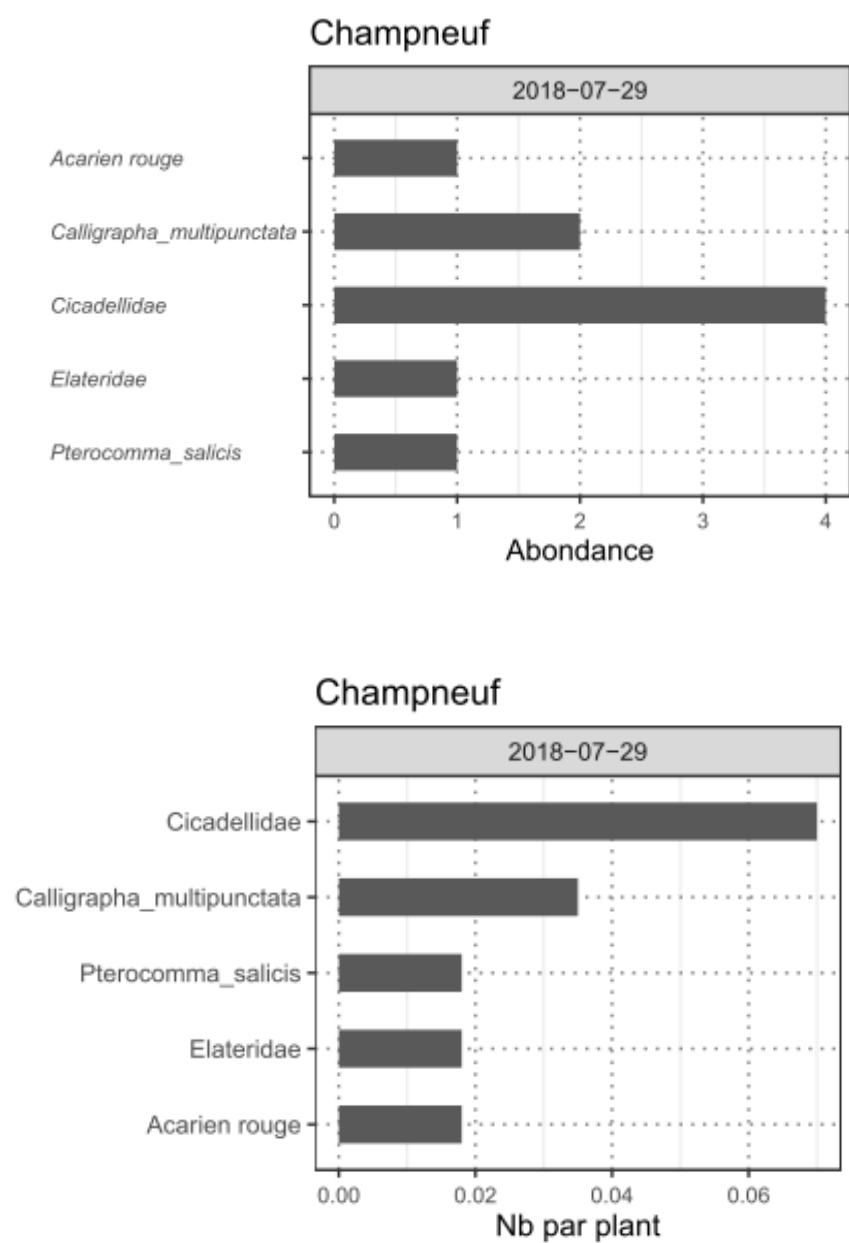


Figure 9. Abondance et nombre d'insectes de divers taxons observés dans les parcelles de saule à croissance rapide de Champneuf.

Le site de La Pocatière est le seul où des punaises ont pu être observées. Les cultivars SV1 et SX61 ont été infestés par 2 espèces de punaises différentes. La punaise brune a été trouvée uniquement sur le cultivar SV5027, alors que la punaise soldat a été observée sur les cultivars SX64 et SX67 (Tableau 2).

Concernant le site de Boisbriand, seulement 6 ravageurs ont été identifiés. Parmi celles-ci, les espèces appartenant à la famille *Aphididae* étaient les plus abondantes, atteignant 800 individus en juillet 2018. Le puceron géant du saule (*Tubercolachnus salignus*) n'a été détecté qu'une seule fois en 2018, avec un recensement de 100 individus en juin (Figure 8). Les cultivars SV1 et SX64 étaient les plus vulnérables à l'infestation par les ravageurs, et ont été endommagés par ces 4 différents insectes. Le cèpe du saule et le puceron vert ont infesté trois cultivars du SCR (Tableau 2).

Certains insectes détectés sur les rameaux et les feuilles de SCR avait un effet bénéfique. Par exemple, la punaise soldat est prédatrice de larves de chrysomèles du saule. D'ailleurs, ces deux espèces ont été détectées simultanément sur les cultivars SV1, SX64 et SX67 au site de La Pocatière.

Une autre espèce prédatrice, la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) qui se nourrit de pucerons a été trouvée une seule fois à La Pocatière sur le cultivar SX67, mais aucune espèce de puceron n'a pu être détectée sur le même cultivar. Par contre, le puceron des écorces du saule a infesté le cultivar SX64 (Tableau 2). À Saint-Mathieu-de-Beloil, le puceron des écorces du saule a été observé sur les tiges de saules plus âgés (les colonies de 15 à 50 individus).

Plusieurs espèces de pucerons causent d'importants dommages au SCR, allant de la déformation, le dessèchement, la chute du feuillage, la boursouffure et la craquelure de l'écorce, à l'affaiblissement général des plantes, qui deviennent plus sensibles aux maladies fongiques. Le miellat rejeté par le puceron favorise l'apparition de la fumagine, un champignon noir inhibiteur des échanges gazeux des plantes [1].

Afin de lutter contre les pucerons, il existe des actions préventives à suivre ainsi que des traitements à appliquer. D'abord, il faudra choisir avec soin le lieu d'implantation, fertiliser le sol selon les recommandations [2, 3], et mettre tout en œuvre afin que les plantes soient en bonne santé. De cette façon, elles résisteront mieux aux infestations. Il faudra également favoriser les auxiliaires et les prédateurs naturels des pucerons, tels que la coccinelle, la guêpe parasite ou le syrphe.

Concernant les traitements naturels disponibles, il est recommandé d'introduire des coccinelles dans les champs ou d'utiliser des insecticides naturels tels qu'une décoction de tanaisie, purin de rue, de fougère, d'ortie, de sureau ou de tomate, ainsi que des infusions d'ail ou d'oignon. En cas d'infestation légère, il est recommandé de traiter avec du savon noir [1].

Selon le gouvernement du Canada, il peut également être efficace de tailler et de détruire les feuilles ou les parties infestées afin d'aider à prévenir la propagation de maladies et à réduire le nombre de nouvelles colonies [4]. Au printemps, il est recommandé de pulvériser de l'huile de dormance (l'huile minérale) afin de détruire les œufs des acariens et des cochenilles ayant hiberné. Comme les pucerons aiment le jaune, il est possible de préparer des pièges jaunes afin de les capturer. Il est aussi recommandé de déposer du papier d'aluminium épais sur le sol, le long de rangs de plantes, afin de repousser les pucerons. Certaines plantes comme la coriandre, le basilic, l'herbe à chat, la ciboulette et l'aneth sécrètent une huile ou une odeur désagréable qui ont la capacité de repousser les pucerons. Ceci doit être pris en considération lors du développement de bio-insecticides naturels.

Parmi les insecticides homologués au Canada, le SEVIN (à base de carbaryl) s'avère efficace contre certains insectes. Pour la chrysomèle versicolore du saule, il est recommandé de pulvériser le feuillage à l'apparition de l'insecte et répéter le traitement deux fois à 15 jours d'intervalle [5].

Dépistage des maladies fongiques du saule à croissance rapide

Le dépistage des maladies fongiques du SCR a été effectué durant les mois d'été et d'automne en 2018 selon le protocole développé par l'équipe du CÉROM.

L'incidence de maladies fongiques du SCR varie en fonction du cultivar, de l'âge de plant, de la période d'observation, ainsi que du site géographique (Figures 10-14).

Au site de Champneuf en Abitibi, tous les 5 cultivars de SCR âgé d'un an ont été infectés par *Melampsora* sp., agent responsable de la rouille des osiers, alors que seulement deux cultivars du SCR, soit le SX61 et SX67 âgé de deux ans, ont été infectés par ce champignon phytopathogène (Figure 10). La tache noire a été observée chez les cultivars SX61 et SX67 âgé d'un an et de deux ans, ainsi que chez le cultivar SV5027 âgé d'un an. Dans ces cas-ci, le pourcentage d'infection était de 2,5%, sauf pour le cultivar SX67. Ce dernier présentait un pourcentage d'infection par *Rhytisma salicinum* (agent responsable des taches noires) de 5% (Figure 10).

Il est important à noter que ces deux maladies, de même que la nécrose des rameaux causée par *Phomopsis salicina*, ont été observées uniquement en août. De plus, *P. salicina* a infecté seulement deux cultivars du SCR âgés de deux ans, à savoir SX61 et SX64, à un taux de 5% et 2,5%, respectivement (Figure 10). L'antracnose du saule a été observée chez les mêmes trois cultivars âgés d'un an et de deux ans, soit SV5027, SX61 et SX64. L'infection du SCR par *Drepanopeziza sphaeroides* (responsable de l'antracnose) a varié en fonction du cultivar, de l'âge, ainsi que du mois d'observation. En générale, l'incidence des infections par les champignons phytopathogènes se situait entre 2,5% et 5% (Figure 10).

À Saint-Siméon, l'apparition de maladies fongiques a été observée chez le SCR plus âgé (Figure 11). Les maladies telles que le chancre, la tache nécrotique et la rouille ont été détectées seulement chez certains cultivars âgés de deux ans. L'infection a varié entre 0,5% et 6%. *Melampsora* sp., a infecté un seul cultivar, soit SX67, et sa présence n'a pu qu'être observée en août (Figure 11). L'antracnose et la nécrose des rameaux ont été observées en juillet et en août, à un taux variant entre 1% et 15% en fonction du cultivar et de l'âge (Figure 11). Il est important de noter que les symptômes reliés à ces deux maladies apparaissent à la mi-juillet, ce qui pourrait permettre une application précoce de fongicide afin d'éviter la propagation de l'agent phytopathogène. Le site de Saint-Siméon a également démontré une prévalence très élevée de *R. salicinum*, l'agent causal des taches noires. Les cultivars SV5027 et SV1 âgés d'un an et de deux ans étaient les plus vulnérables à cette maladie et démontraient un taux d'infection se situant entre 60% et 80% en octobre.

Concernant les cultivars du site de La Pocatière, nos observations ont démontré que ceux âgés d'un an étaient plus vulnérables aux maladies fongiques que les cultivars de deux ans, comme en témoigne le taux d'infection plus élevé et une apparition plus hâtive des symptômes (Figure 12). Les cultivars les plus vulnérables à la rouille du saule étaient SV1, SX61 et SX67, et les symptômes ne sont apparus qu'au mois d'août. L'infection était plus élevée chez le SCR d'un an et variait entre 12,5% et 15% (Figure 12). Il est important de noter que tous les 5 cultivars d'un an et de deux ans étaient infectés par *R. salicinum*, l'agent responsable des taches noires. Chez les cultivars de deux ans, les symptômes sont apparus tardivement (octobre), alors qu'ils ont pu être observés dès août, et parfois même juin, dans le cas du SX64 d'un an. Le taux d'infection a varié en fonction du cultivar et la période de dépistage, variant de 4% et 20% (Figure 12). Les symptômes d'antracnose ont pu être observés à partir de la mi-juin chez les 5 cultivars du SCR, peu importe l'âge. La présence de ces mêmes symptômes étaient plus difficiles à observer en octobre. Seulement le cultivar SV1 âgé d'un an était vulnérable au chancre cytosporéen du saule causé par *Cytospora chrysosperma*. Cette maladie était absente chez ce même cultivar âgé de deux ans (Figure 12).

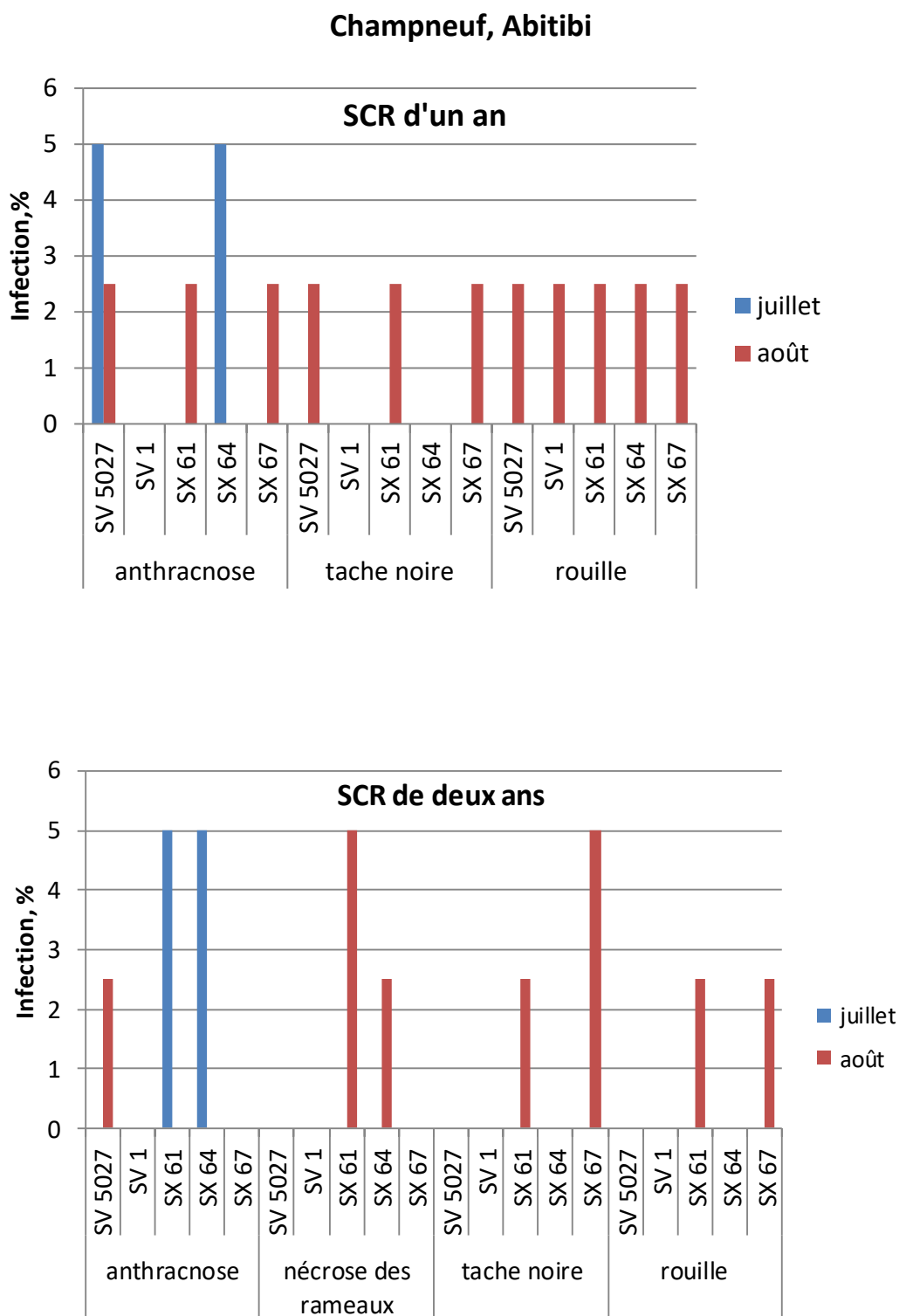


Figure 10. Infection de divers cultivars du SCR âgé d'un an et de deux ans par les maladies fongiques sur le site de Champneuf en Abitibi.

Saint-Siméon, Gaspésie

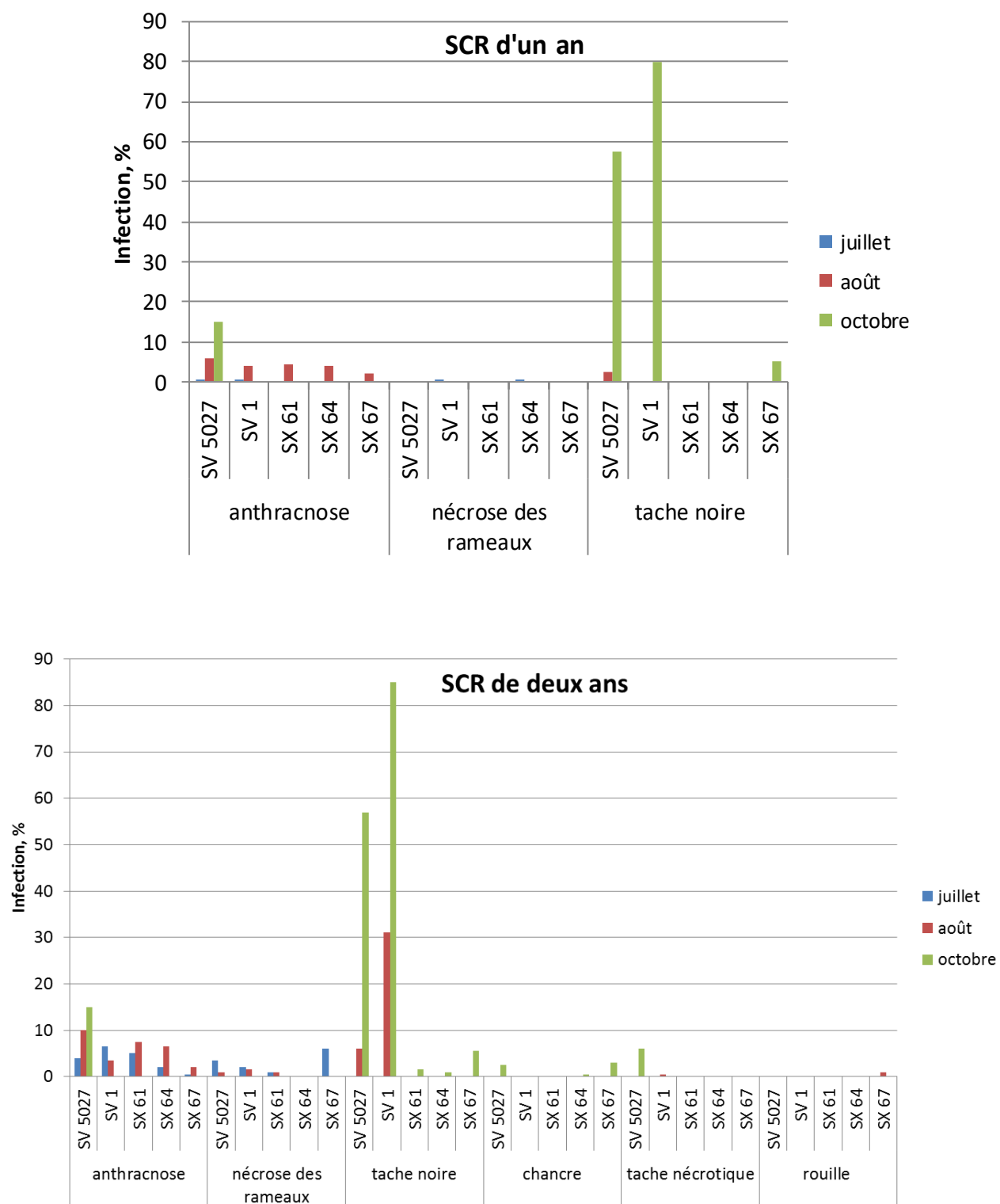


Figure 11. Infection de divers cultivars du SCR âgé d'un an et de deux ans par les maladies fongiques sur le site de Saint-Siméon en Gaspésie.

La Pocatière

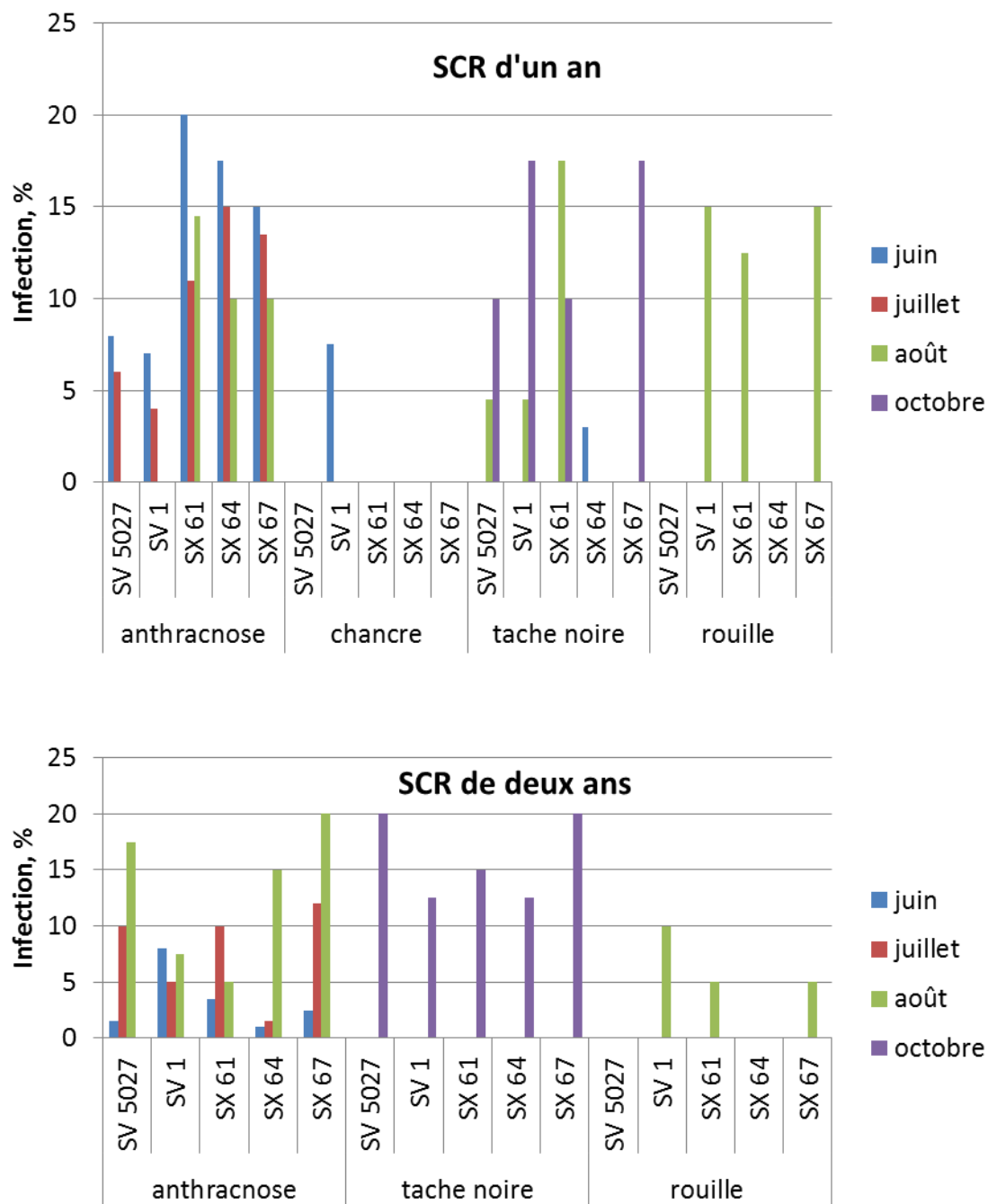


Figure 12. Maladies fongiques de divers cultivars du SCR âgé d'un an et de deux ans à La Pocatière.

Pour le site de Boisbriand, nous n'avons observé que trois maladies fongiques (tavelure, tache noire et nécrose des rameaux) chez le SCR d'un an (Figure 13). La nécrose des rameaux a été observée uniquement durant les dépistages de juin et août. Aucun cultivar du de deux ans n'a été infecté par *P. salicina*. Tous les cultivars de deux ans ont été vulnérables à l'infection par *Pollaccia saliciperda*, agent causal de la tavelure du saule. Le taux d'infection le plus élevé a été observé chez le cultivar SV5027 (Figure 13), alors que les cultivars moins âgés ont été moins vulnérables à cette maladie. Seulement trois cultivars d'un an (SX61, SX64 et SX67) étaient infectés par *P. saliciperda* à un taux variant entre 5% et 20% (Figure 13). Les cultivars SX61 et SV1 d'un an étaient les plus vulnérables à la tache noire, avec un taux d'infection variant entre 7,5% et 60%, respectivement (Figure 13).

Aucune maladie n'a été observée chez les 5 cultivars d'un an au site de Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB). Parmi les maladies trouvées chez le SCR de deux ans, seulement le cultivar SX64 a été infecté par *C. chrysosperma* (taux d'infection de 5%), alors que seul le cultivar SV5027 a été infecté par *P. saliciperda*, responsable de la tavelure du saule, à un taux d'infection de 0,5% (Figure 14). La nécrose des rameaux a pu être observée chez tous les cultivars d'un an sauf SV5027. Le taux d'infection le plus élevé a été retrouvé chez le cultivar SX67 durant le dépistage du mois d'août (12,5%). En générale, les symptômes associés aux maladies fongiques mentionnées ci-dessus ont été observés en juin et en août au site de SMB.

En résumé, les maladies fongiques telles que l'anthracnose, la nécrose des rameaux, la tache noire, la rouille, le chancre, les taches nécrotiques et la tavelure, sont les maladies les plus fréquemment observées chez le SCR. Le pourcentage d'infection varie en fonction du cultivar et du climat régional. Par exemple, le SCR a présenté un taux d'infection fongique moindre en Abitibi (2-5%, Figure 10) où la température et les précipitations annuelles moyennes sont les plus basses, soient 1,2°C et 918 mm, respectivement. Aux sites de Saint-Mathieu-de-Beloeil et de Boisbriand, où le climat est plus clément (température et précipitations annuelles moyennes de 5,0-5,8°C et 1046-1064 mm, respectivement), le pourcentage d'infection du SCR par les champignons phytopathogènes était plus élevé, variant entre 1% et 12,5% à SMB (Figure 14), et entre 5% et 30% à Boisbriand (Figure 13), à l'exception des cultivars SV5027 et SX67 au site de Boisbriand. Ceux-ci ont été endommagés par la tavelure et la nécrose des rameaux à un taux de 40% et le cultivar SV1 l'infection duquel par *R. salicina* qui cause les taches noires a atteint 60% (Figure 13). Au site de La Pocatière, où la température et les précipitations annuelles moyennes sont moins élevées, l'infection du SCR a varié entre 1 et 20% (Figure 12).

Boisbriand

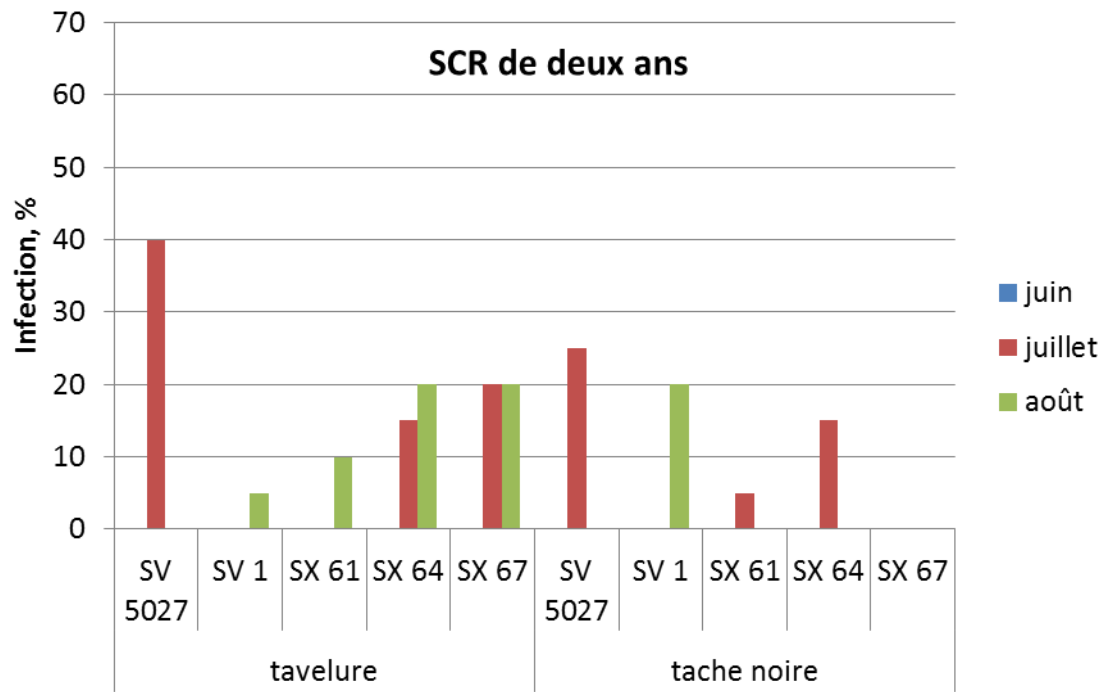
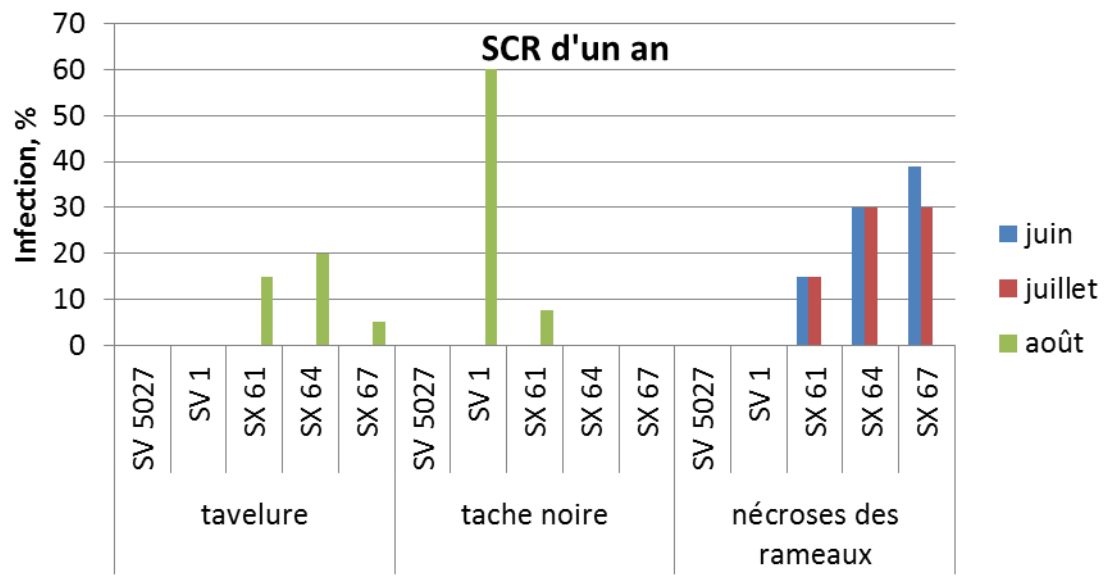


Figure 13. Maladies fongiques de divers cultivars du SCR âgé d'un an et de deux ans à Boisbriand.

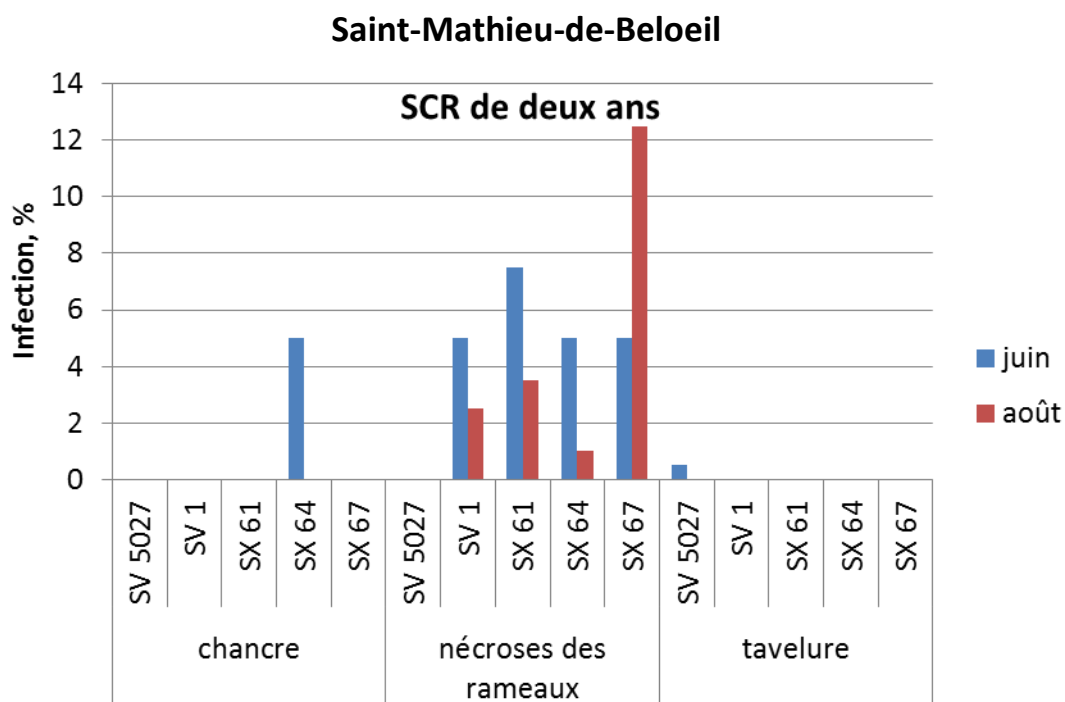


Figure 14. Maladies fongiques de divers cultivars du SCR âgé d'un an et de deux ans à Saint-Mathieu-de-Beloeil.

Il est important de mentionner que la plus grande diversité de maladies fongiques a été observée à Saint-Siméon, en Gaspésie, probablement à cause de la précipitation annuelle moyenne la plus élevée, soit 1220 mm, ce qui pourrait avoir favorisé un taux d'infection élevé (57 et 85% en octobre) des cultivars SV5027 et SV1 par *R. salicina*, agent de la tache noire du SCR.

La rouille des feuilles causée par *Melampsora* spp. dans le nord de l'Europe, le problème fongique le plus fréquent et à craindre pour les plantations de saule, est considérée comme un facteur majeur de limitation de la croissance de SCR [3, 6]. Elle peut provoquer une défoliation prématurée, une mauvaise acclimatation au froid, une sénescence hâtive des feuilles, une prédisposition à la sécheresse et une réduction des rendements de 40% [3, 7]. L'une des principales solutions alternatives à l'usage de fongicides de pulvérisation développée dans le nord de l'Europe consiste à cultiver différentes espèces ou cultivars de saules dans une même plantation [8]. Si un cultivar est fortement atteint, les autres cultivars peuvent ainsi compenser la perte [9]. Dans certaines plantations de saules au Québec, des attaques sévères de *Melampsora* spp. ont été détectées principalement sur un cultivar commercial spécifique, le *S. ericocephala* × *S. interior* S625, suggérant une vulnérabilité à la rouille accrue par rapport à tout autre cultivar étudié dans la même région [10]. Dans notre étude, la rouille a été détectée

sur tous les cultivars du SCR en Abitibi, mais à un très faible niveau (2,5%, Figure 10). Les cultivars du *Salix viminalis* SV1, *S. viminalis* 61 et *S. miyabeana* SX67 ont été les plus vulnérables à la rouille sur le site de La Pocatière, avec un taux d'infection variant entre 5% et 10% (Figure 12).

Il existe plusieurs méthodes préventives de lutte contre les maladies fongiques du SCR. Il est recommandé de tailler les branches affectées 15 à 30 cm en aval des premiers symptômes visibles sur l'écorce à la fin d'été, lorsque la croissance est terminée, puis, de brûler les branches taillées. La taille des branches mouillées est à proscrire. Il faut maintenir la plante vigoureuse et en santé par une fertilisation équilibrée et un arrosage approprié. À l'automne il faut ramasser les feuilles mortes au sol et les détruire. Il est aussi recommandé d'éviter de pratiquer une taille tardive et de mouiller le feuillage pendant une longue période lorsque les risques d'infection sont élevés [11].

En ce qui concerne la lutte chimique, les traitements devraient être réalisés dès l'apparition des symptômes et après que les parties atteintes aient été taillées. Cependant, au Canada, aucun fongicide n'est homologué contre les maladies fongiques du SCR. De plus, étant donné que cette culture est aussi destinée pour la fabrication de structures végétales, telles que les murs, l'usage des fongicides chimique en milieu urbain serait inacceptable et économiquement inapproprié [12]. L'utilisation de champignons antagonistes peut s'avérer une alternative aux fongicides chimiques. Par exemple, le mycoparasite *Sphaerollepia fillum* et les antagonistes *Cladosporium tenuissimum* et *Alternaria* sp. peuvent être appliqués contre l'agent causal de la rouille du SCR [13,14]. Dans notre étude, *Cladosporium spp.* et *Alternaria* sp. ont été isolés plusieurs fois du SCR, mais leur utilisation en tant que champignons antagonistes reste à démontrer.

En conclusion, le dépistage des ravageurs et des maladies fongiques du SCR nous a permis d'obtenir les données préliminaires sur l'abondance des insectes et des champignons phytopathogènes et leur variation en fonction du cultivar et de son âge, ainsi que des conditions pédoclimatiques. L'échantillonnage se poursuivra en 2019 et nous permettra de colliger plus de données afin de répondre aux questions que soulèvent certains de nos résultats.

Atelier des graminées pérennes

Sites d'étude

En 2010, trois espèces de graminées pérennes, soit l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea* L.), le miscanthus géant (*Miscanthus giganteus*) et le panic érigé (*Panicum virgatum* L.) ont été retenues par le RPBQ afin d'effectuer des essais d'adaptabilité et de performance agronomique au Québec sur cinq sites expérimentaux (Tableau 3).

Tableau 3. Caractéristique de divers sites d'études de graminées pérennes.

Sites	UTM	Tye de sol	Région
Normandin (NOR)	1823	loam-argileux	Saguenay-Lac-Saint-Jean
La Pocatière (LAP)	2123	argileux	Bas-Saint-Laurent
Saint-Augustin-de-Desmaures (AUG)	2404	loam à loam argileux	Région administrative de la Capitale-Nationale
Sainte-Anne-de-Bellevue (SAB)	2935	loam-sableux	Ouest de l'agglomération de Montréal
Saint-Mathieu-de-Beloil (SMB)	2930	loam-argileux	Montréal

Puisque le rendement de l'alpiste roseau semé en 2011 a atteint un plateau en 2013-2014, il a été décidé de ne plus effectuer le suivi sur cette espèce. Ce rapport présente donc les données de rendement du panic érigé et du miscanthus géant semés et implantés sur cinq sites expérimentaux (Tableau 3 et 4) ainsi que de la spartine pectinée (*Spartina pectinata*) et du barbon de Gérard (*Andropogon gerardii*) implantés en 2010 sur une terre en friche d'une ferme commerciale à Stratford (Tableau 5).

De nouvelles lignées issus d'hybridations provenant de REAP-Canada ont été développées et ensemencées en 2015 et en 2016 (Tableau 4). Les nouvelles lignées Blue Jacket, Blue Jacket-V and Blue Jacket-VI ont été développées à partir de cultivar Sunburst en utilisant la sélection phénotypique restreinte récurrente (SPRR) chez les plantes individuelles de PE [15]. La lignée Cave-in-Rock-II (CIR-II) a été développée en utilisant la même technique de sélection à partir des grains de 30 plantes les plus hautes observées dans un champ de PE âgé de 8 ans en 2006 à Valleyfield, Québec. Cette lignée est déjà commercialisée comme RC Big Rock. RC CIR-V et RC CIR-VI sont des populations plus avancées en cours de développement à partir de RC CIR-II.

Tableau 4. Les cultivars et les lignées de Panic érigé étudiés.

Semis 2010 à Stratford	Semis 2011 dans les 5 sites expérimentaux	Semis 2012 dans les 5 sites expérimentaux	Semis 2015 à Saint-Mathieu-de-Beloeil	Semis 2016 à Saint-Mathieu-de-Beloeil et à La Pocatière
Cave-in-Rock Blue Jacket Summer Sunburst Tecumseh	Cave-in-Rock Blue Jacket Forestburg Nebraska Shawnee Southlow Sunburst Tecumseh Dacotah Alamo* BoMaster* Kanlow*	Cave-in-Rock Blue Jacket CIR-II CIRE-II Carthage Forestburg Shawnee Shelter Southlow Summer Sunburst Tecumseh	Cave-in-Rock Summer Sunburst Blue Jacket RC Blue Jacket-V RC CIR-V RC CIRE-IV RC HT-II x CIR-III RC Tecumseh-V	Cave-in-Rock Summer Sunburst RC Blue Jacket-VI RC Tecumseh-VI RC CIR-VI RC CIRE-IV RC HT-II x CIR-III RC CIR-III x HT-II RC CIRE-IV x BJ-V

*cultivars de type *Lowland* qui ont été gelés après le 1^{er} hiver

Tableau 5. Les espèces de graminées pérennes implantées à Stratford en 2010.

Espèce	Hybride	Cultivars
Barbon de Gérard	—	Southlow
	—	Niagara
Spartine pectinée	—	Pennsylvania
	—	Red River
Miscanthus géant	Europe	—

La nouvelle lignée Cave-in-Rock Early-II (CIRE-II) a été développée en utilisant la technique de SPRR à partir de grains de PE collectés de 30 plantes démontrant la maturité hâtive à l'automne 2009 dans un champ de PE âgé de 10 ans à Valleyfield, Québec. Cette population a ensuite été choisie pour créer une nouvelle lignée RC CIRE-IV qui est présentement commercialisée sous le nom de RC Chippewa.

Les nouvelles lignées Tecumseh, RC Tecumseh-V et RC Tecumseh VI ont été développées à partir de cultivar Summer en utilisant la SPRR. Le cultivar High Tide (HT) provient de terres tolérantes aux inondations qui sont assez fréquentes dans l'état du Maryland aux États-Unis. Les croisements synthétiques impliquant HT et CIR originent de sélections avancées ayant subi 1 ou 2 cycles de sélection après le croisement. Le HT-III x CIR-IV est une population synthétique dérivée des plantes mères HT-III et de CIR-IV comme pollinisateur mâle, et vice versa. Finalement, RC CIRE-IV x Blue Jacket-V (cycle 2) est également une population synthétique présentement dans son deuxième cycle de sélection. Ainsi, les caractères désirés de cette sélection génétique sont une germination plus rapide, assurant ainsi une plus grande compétition contre les plantes indésirables, une plus grande productivité,

surtout pour les sols dont l'égouttement est déficient, et une meilleure adaptation aux conditions climatiques estivales humides, prémisses pour une plus grande tolérance aux maladies foliaires fongiques.

Entretien des sites

Fertilisation

L'analyse de sol effectuée au printemps en 2018 est présentée dans le Tableau 6.

Tableau 6. Analyses de sol de 6 sites expérimentaux effectuées au printemps en 2018.

Site	Culture/Année de semis ou site	pH	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	Ca, kg/ha	Mg, kg/ha	Type de sol
Sainte-Anne-de-Bellevue	Panic érigé/2011	6,11	N/D	139	145	1738	308	loam sableux
	Panic érigé/2012	5,95	N/D	182	202	1837	291	loam sableux
	Miscanthus géant//2011	6,11	N/D	139	145	1738	308	loam sableux
La Pocatière	Panic érigé/2011	6,6	N/D	91	538	4989	1386	argileux
	Panic érigé/2012	6,6	N/D	91	538	4989	1386	argileux
	Panic érigé/2016	6,6	N/D	91	538	4989	1386	argileux
Normandin	Panic érigé/2011	6,17	0,152	N/D	203,3	1804,5	134,9	argile limoneuse
	Panic érigé/2012	6,1	0,189	N/D	240,1	2209,8	177,7	argile limoneuse
Saint-Mathieu-de-Beloeil	Panic érigé/2011	7,6	N/D	46	837	9718	1146	loam-argileux
	Panic érigé/2012	7,3	N/D	55	766	8434	1272	loam-argileux
	Panic érigé/2015	7,4	N/D	43	804	6808	1688	loam-argileux
	Panic érigé/2016	7	N/D	46	699	699	1518	loam-argileux
	Miscanthus géant//2011	7,4	N/D	53	937	7494	1421	loam-argileux
Stratford	Panic érigé/site Lac	6,1	N/D	33	135	3518	308	loam sableux à argileux
	Barbon de Gérard/site Lac	6	N/D	46	126	3519	240	loam sableux à argileux
	Spartine pectinée/site Lac	6,3	N/D	42	150	4041	231	loam sableux à argileux
	Miscanthus géant/site Lac	6,2	N/D	36	134	3704	275	loam sableux à argileux
	Panic érigé/site Hydro	5,9	N/D	54	139	3233	300	loam sableux à argileux
	Barbon de Gérard/site Hydro	5,8	N/D	66	159	3322	364	loam sableux à argileux
	Spartine pectinée/site Hydro	6	N/D	57	167	3261	331	loam sableux à argileux
	Miscanthus géant/site Hydro	5,7	N/D	70	137	3061	253	loam sableux à argileux
Saint-Augustin-de-Desmaures	Panic érigé/2011	7,5	N/D	90	218	5906	448	loam à loam-argileux
	Panic érigé/2012	6,9	N/D	281	231	3709	206	loam-argileux
	Miscanthus géant//2011	7,5	N/D	90	218	5906	448	loam à loam-argileux

Une fertilisation minérale en N-P-K a été appliquée sur tous les sites des graminées pérennes (Tableau 7) selon les grilles de référence pour la « Prairie/entretien » indiqués dans le Guide de référence en fertilisation [16] et le protocole développé par la coordonnatrice du RPBQ en collaboration avec Mme Martel, agronome de l'Estrie.

Tableau 7. Application d'engrais en 2018.

Site	Azote, unité	Phosphore, unité	Potassium, unité
SAB	60	25	100
LAP	60	20	-
NOR	60	12,5	-
AUG	60	20	25
SMB	60	25	-
Stratford	60	25	12,5

Traitement herbicide

Pour le traitement des mauvaises herbes des graminées pérennes dans les sites expérimentaux, du MCPA+ Bromoxynil (Buctril, 1 L/ha) a été appliqué aux sites de SAB, SMB et LAP (Tableau 8). Du glyphosate (Roundup, 5 L/ha) a été utilisé à NOR et à AUG avant la levée des graminées cultivées. Le traitement des mauvaises herbes sur le site de Stratford a été effectué avec l'herbicide Pixxaro (308 ml/ha) et MCPA (600 g e.a./L) (Tableau 8). Dans le but de contrôler le chénopode et d'autres mauvaises herbes à feuilles larges, du thifensulfuron-méthyle/tribénuron-méthyle (Refine SG, 25 g/ha) a été appliqué à NOR (Tableau 8).

Tableau 8. Herbicides appliqués en 2018.

Site	Panic érigé	Miscanthus géant	Dose
SAB	Buctril M	Buctril M	1 L/ha
LAP	Buctril M	-	1 L/ha
NOR	Roundup	-	5 L/ha
	Refine SG	-	25 g/ha
AUG	Roundup	Round up	5 L/ha
SMB	Buctril M	Buctril M	1 L/ha
Stratford	Pixxaro	Pixxaro	308 ml/ha
	MCPA	MCPA	600 g e.a./L

Prise de données et récolte

Hauteur (cm) : La hauteur des plants à partir du sol jusqu'au point le plus haut de l'épi a été mesurée à six reprises dans chaque parcelle à la fin octobre afin de calculer la moyenne.

Verse: Une échelle de verse entre 1 et 9 a été établit visuellement, (1 = aucune verse, 9 = verse complète). La verse a beaucoup varié entre les 4 réplicas d'un même cultivar, ce qui a empêché d'effectuer l'analyse statistique et d'en tirer des conclusions.

Maturité : la maturité (apparition de feuilles jaunes) de diverses variétés de graminées pérennes a été notée au moment de la récolte. Compte-tenu de la présence d'endospermes durs et secs pour tous les cultivars à la date de la récolte, ainsi qu'à la maturité des plantes correspondant au code 93 selon l'échelle de Simon et Park (1981) [17], ce rapport ne présent pas la comparaison du niveau de maturité pour divers cultivars.

Récolte : La récolte de la biomasse de panic érigé et de miscanthus géant a été effectuée après le gel mortel (-3°C pendant la nuit) en novembre 2017.

La biomasse (kg) de toute la superficie récoltée a été pesée afin de calculer le rendement. Un échantillon d'environ 500 g a été prélevé pour évaluer l'humidité de la biomasse lors de la récolte. Cet échantillon a été séché à 55°C pendant 72h jusqu'à température constante, puis repesé.

L'humidité de la biomasse a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = \text{masse sèche (g)} / \text{masse humide (g)} * 100$$

Pour calculer le rendement de la biomasse la formule suivante a été utilisée :

$$\text{Rendement en matière sèche (kg/ha)} = \text{masse sèche (g)} / \text{masse humide (g)} * \text{biomasse récolté de parcelle (kg)} / \text{superficie (m}^2\text{)} * 10\,000$$

Dépistage du charbon de tête : Le charbon de tête du panic érigé a été identifié selon les signes et symptômes suivants [18] : rabougrissement des talles et floraison précoce (2-3 semaines plus hâtivement); glumes des épillets sur les panicules affectées présentant une pigmentation violette foncée; épillets infectés gonflés par rapport aux épillets sains, présence d'une masse de spores brun rougeâtre qui remplacent des grains dans les épillets (Figure 15 A et B).



Figure 15 A. Charbon de tête causé par *Tilletia maclaganii*

©PHOTO : MARIE DURAND, ÉTUDIANTE MAPAQ-ESTRIE



Figure 15 B. Charbon de tête causé par *Tilletia maclaganii*

©PHOTO : MARIE DURAND, ÉTUDIANTE MAPAQ-ESTRIE

Analyse statistique : Une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du programme R a été utilisée afin de comparer les valeurs de hauteur et de rendement annuel en biomasse des graminées pérennes en fonction des cultivars, des sites et des années des semis.

Résultats de la saison 2018

Panic érigé

Le potentiel de rendement du PE en biomasse sèche varie en fonction de l'accumulation d'unités de chaleur, du type de sol (granulométrie) et de l'égouttement. Le plein rendement du PE s'obtient généralement à la troisième année de production. Sur des sols plus marginaux ou dans des régions plus nordiques, le plein potentiel peut être atteint qu'à la quatrième année de production. C'est pourquoi le calcul du rendement moyen exclut les 2 premières années de culture pour toutes les régions.

Semis 2011

Rendement

Le tableau 9 et les Figures 16 à 20 présentent les rendements moyens obtenus sur cinq fermes expérimentales du Québec, dans le cadre des essais du RPBQ (2011 à 2018). Les rendements varient de 4 t/ha à 16 t/ha selon le cultivar, le site et les années de récoltes (Tableau 9).

Les cultivars Cave-in-Rock et Shawnee ont obtenu les rendements moyens les plus élevés soit 8,7 et 8,6 t/ha durant les six dernières années (2013-2018) de récolte (Tableau 9, Figure 16, 17). Des observations sur le terrain nous ont permis de constater que le cultivar Cave-in-Rock est le mieux adapté aux conditions climatiques de plusieurs régions du Québec.

Les rendements moyens de tous les cultivars de PE étaient significativement différents entre les cinq sites (Tableau 9). Le rendement moyen le plus élevé (11,8 t/ha) a été atteint au site de Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB), tandis que le rendement moyen le plus faible (5,0 t/ha) a été atteint au site de Normandin (NOR) (Tableau 9, Figure 18, 19). Cette différence s'explique probablement par des conditions climatiques défavorables à la croissance du PE sur les sites plus nordiques.

Les rendements moyens du PE ont été les plus élevés dès la troisième (2014) et la quatrième (2015) année de production, avec 8,4-8,8 t/ha, pour ensuite diminuer jusqu'à l'atteinte d'un plateau depuis deux ans (2016 et 2018) à environ 7 t/ha (Tableau 9, Figure 20). Les différences de conditions climatiques saisonnières expliquent en grande partie ces écarts. Les rendements plus élevés sont attribuables en grande partie à des températures plus chaudes durant les mois de croissance active du PE.

Tableau 9. Rendements moyens (2013-2018) du panic érigé en fonction des cultivars, des sites et des années de récolte (semis 2011).

		Rendement en matière sèche, kg/ha					
Cultivars <i>Moyenne des sites/cultivars</i>	Sommaire de 6 ans	Sommaire annuel					
		2018	2017	2016	2015	2014	2013
Blue Jacket	7907 ^B	7034 ^{AB}	6994 ^{AB}	6012 ^B	9706 ^{AB}	9196 ^{ABC}	7902 ^A
Cave-in-Rock	8760 ^A	7789 ^A	7920 ^A	7322 ^{AB}	10903 ^A	9596 ^{AB}	8422 ^A
Forestburg	6346 ^E	5615 ^C	5713 ^B	6308 ^B	6016 ^D	7328 ^D	7018 ^{AB}
Nebraska	6655 ^{DE}	5806 ^{BC}	6006 ^B	5577 ^B	7446 ^{CD}	7710 ^{CD}	7047 ^{AB}
Shawnee	8707 ^A	7096 ^{AB}	7869 ^A	7301 ^{AB}	10715 ^A	10118 ^A	8232 ^A
Southlow	7599 ^{BC}	6755 ^{ABC}	8220 ^A	6936 ^{AB}	9217 ^{ABC}	7969 ^{BCD}	6453 ^{BC}
Sunburst	6967 ^{CD}	6134 ^{BC}	6878 ^{AB}	6526 ^{AB}	8443 ^{BC}	8146 ^{BCD}	5580 ^C
Tecumseh	7294 ^{BC}	7566 ^A	7487 ^A	7936 ^A	8163 ^{BC}	7435 ^{CD}	5363
Sites							
<i>Moyenne des cultivars et années/site</i>							
La Pocatière	8769 ^B	8441 ^A	7850 ^B	9920 ^A	10037 ^B	9278 ^B	7205 ^B
Normandin	5121 ^E	5685 ^C	5381 ^C	4093 ^D	4182 ^E	4543 ^C	6735 ^B
Saint-Augustin-de-Desmaures	5811 ^D	6495 ^B	5820 ^C	7623 ^B	5856 ^D	4536 ^C	4693 ^C
Sainte-Anne-de-Bellevue	6297 ^C	4155 ^D	5923 ^C	5972 ^C	8048 ^C	8448 ^B	5256 ^C
Saint-Mathieu-de-Beloeil	11864 ^A	8479 ^A	9969 ^A	-	16077 ^A	14420 ^A	10536 ^A
Années de récolte							
<i>Moyenne des cultivars et sites/année</i>							
2013	7002 ^C						
2014	8444 ^A						
2015	8893 ^A						
2016	6756 ^C						
2017	7107 ^B						
2018	6699 ^C						

« - » les données de rendement du panic érigé récolté en 2016 à Saint-Mathieu-de-Beloeil n'ont pas été prises en considération lors du calcul du rendement moyen pour la raison technique.

Panic érigé – Semis 2011

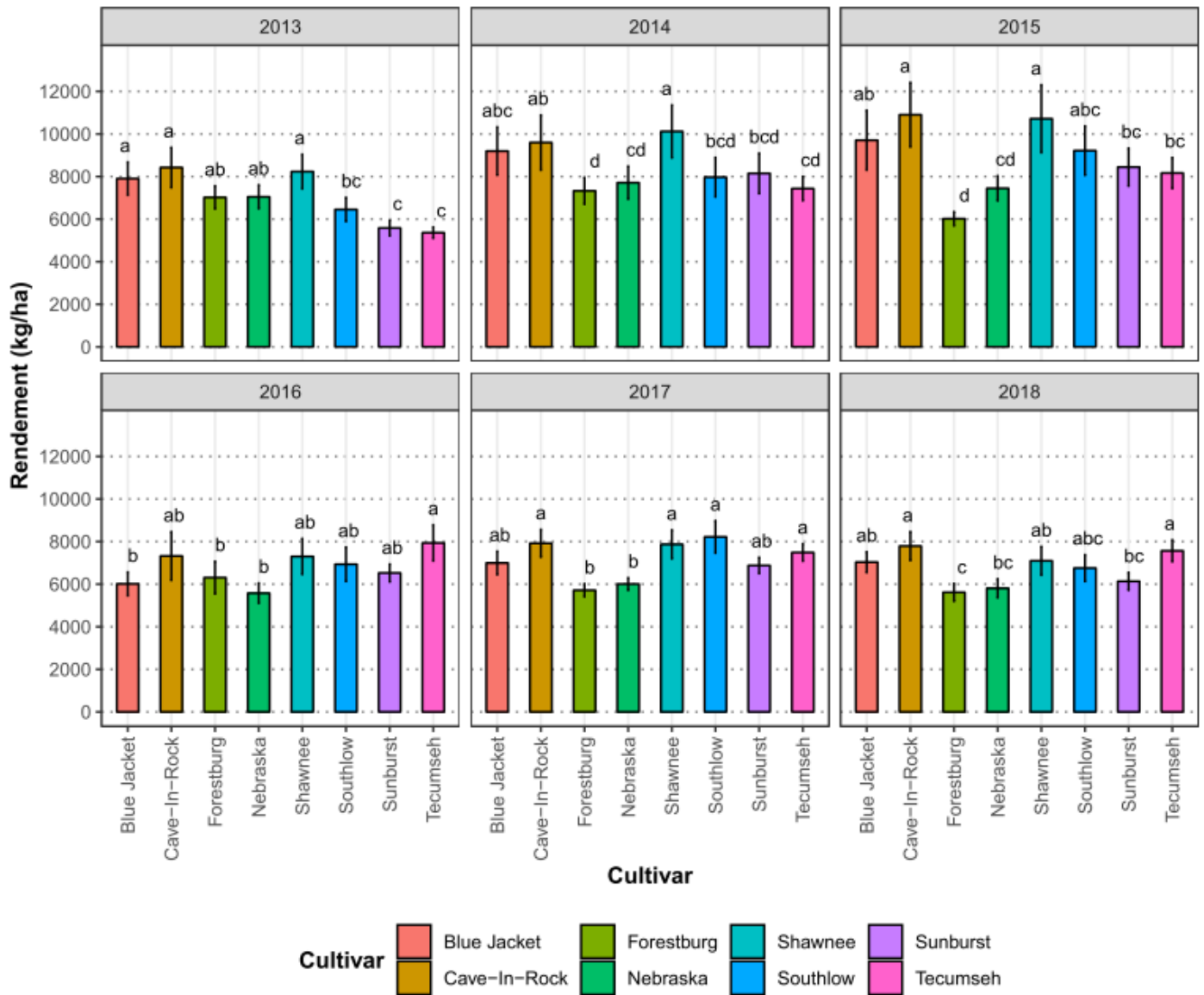


Figure 16. Rendements moyens de tous les sites de panic érigé semé en 2011 en fonction des cultivars et des années de récolte.

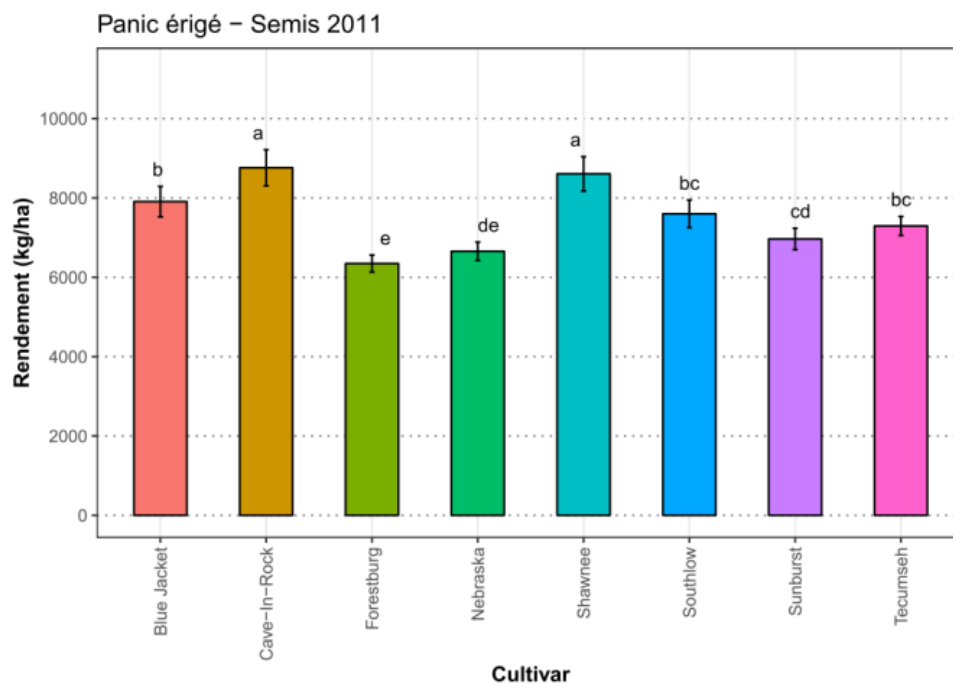


Figure 17. Rendements moyens (2013-2018) de panic érigé semé en 2011 en fonction des cultivars.

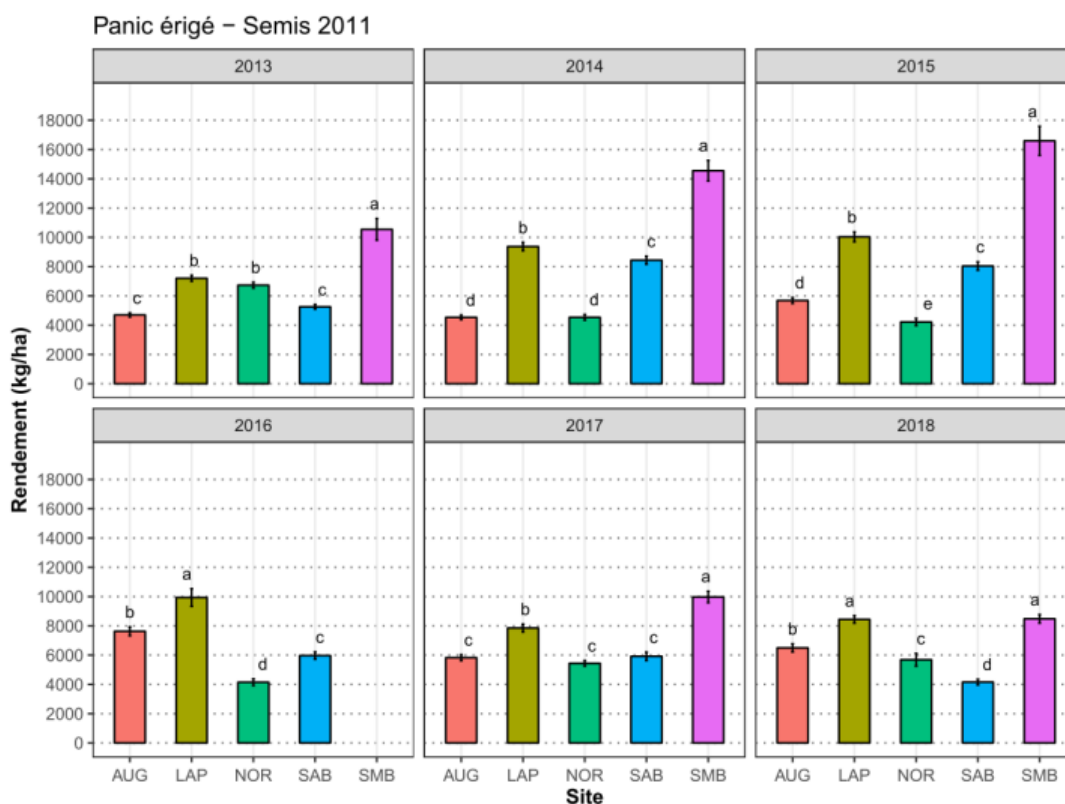


Figure 18. Rendements moyens de tous les cultivars de panic érigé semés en 2011 en fonction des sites et des années de récolte.

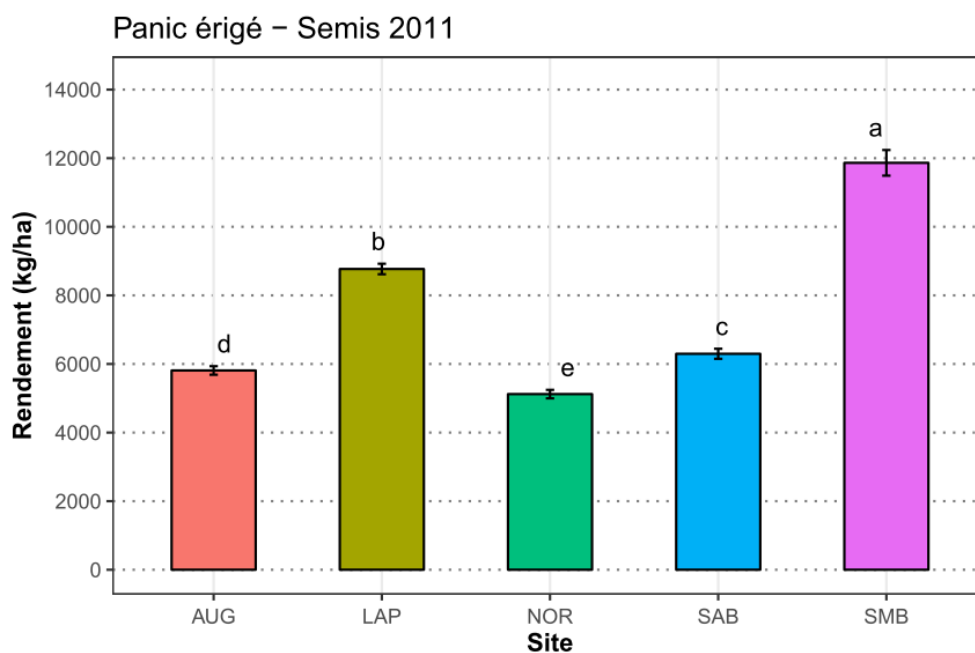


Figure 19. Rendements moyens (2013-2018) de tous les cultivars de panic érigé semés en 2011 en fonction des sites.

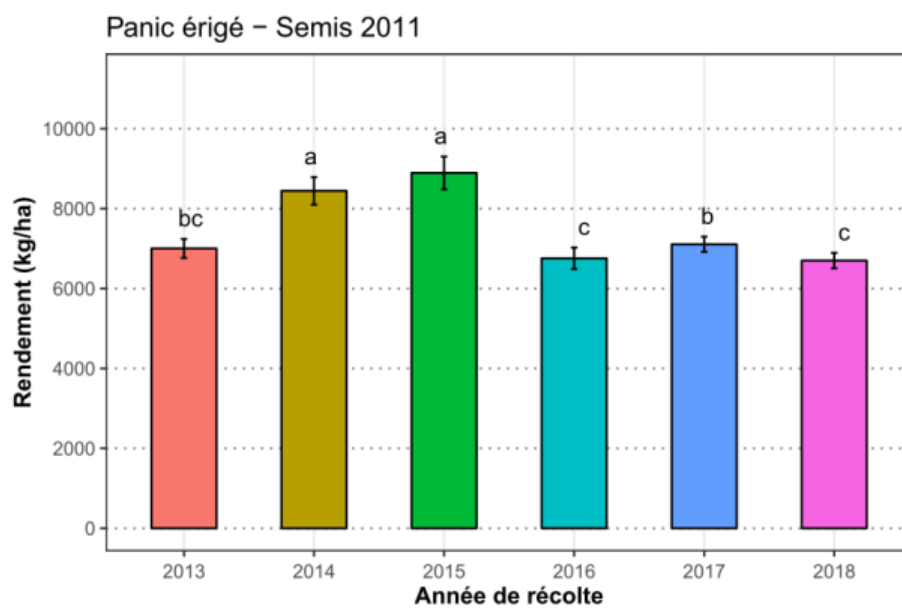


Figure 20. Rendements moyens de tous les cultivars de tous les sites de panic érigé semés en 2011 en fonction des années de récolte.

Hauteur

La hauteur de PE a varié selon le cultivar, le site d'étude et l'année de croissance (Tableau 10, Figure 21). Le sommaire de 4 ans nous a permis de constater qu'il n'y a pas de différence significative de la hauteur entre quatre cultivars soit CIR, Blue Jacket, Shawnee et Southlow. Ces cultivars sont significativement plus haut (175-177 cm) par rapport à d'autres cultivars faisant partie de cette étude (Tableau 10, Figure 21). Les cultivars Tecumseh et Sunburst sont plus bas avec une hauteur 172 et 166 cm, respectivement. Les plus petits cultivars sont Forestburg et Nebraska, la hauteur moyenne de ceux-ci atteignant environs 154 cm (Tableau 10, Figure 21).

Tableau 10. Hauteur moyenne (2015-2018) du panic érigé en fonction des cultivars et des années de récolte (semis 2011).

Cultivars <i>Moyenne des sites/cultivars</i>	Sommaire de 4 ans	Hauteur, cm			
		2018	2017	2016	2015
Blue Jacket	175 ^{AB}	176 ^A	173 ^B	173 ^A	177 ^A
Cave-in-Rock	179 ^A	180 ^A	186 ^A	175 ^A	177 ^A
Forestburg	152 ^D	156 ^C	149 ^C	152 ^C	154 ^C
Nebraska	156 ^D	158 ^C	151 ^C	157 ^{BC}	158 ^{BC}
Shawnee	176 ^{AB}	175 ^{AB}	179 ^{AB}	177 ^A	175 ^A
Southlow	177 ^{AB}	174 ^{AB}	177 ^{AB}	178 ^A	180 ^A
Sunburst	166 ^C	172 ^{AB}	159 ^C	166 ^{AB}	169 ^{AB}
Tecumseh	172 ^{BC}	163 ^{BC}	181 ^{AB}	167 ^{AB}	175 ^A

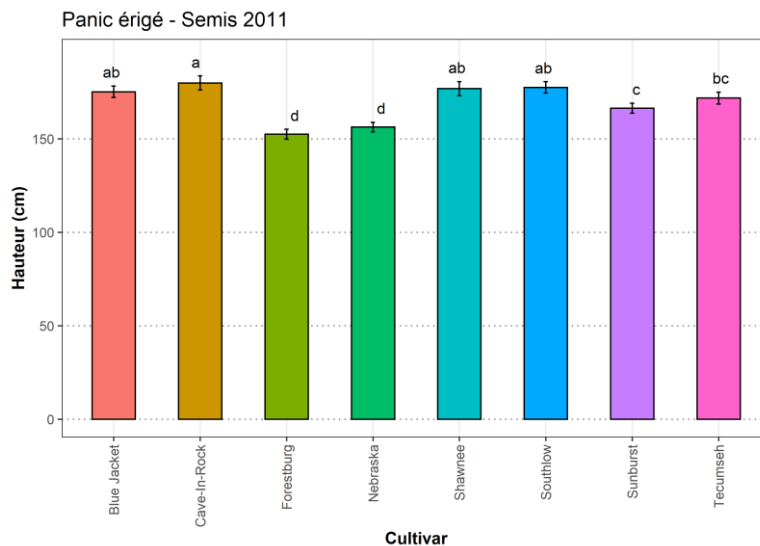


Figure 21. Hauteur moyenne de divers cultivars du panic érigé semé en 2011.

Semis 2012

Rendement

Le Tableau 11 présentent l'évolution des rendements moyens du PE pour les cinq années de récolte, depuis son implantation en 2012, aux sites de St-Augustin-de-Desmaures (AUG), La Pocatière (LAP), Normandin (NOR), Ste-Anne-Bellevue (SAB) et St-Mathieu-de-Beloeil (SMB).

Les cultivars Cave-in-Rock, CIRE-II et Shawnee ont obtenu les rendements moyens les plus élevés (8,4 – 9,0 t/ha, respectivement) durant les cinq dernières années (2014-2018) de récolte (Tableau 11, Figures 22, 23). Les cultivars Forestburg, Southlow et Tecumseh ont produit les plus faibles rendements (6,4 – 6,8 t/ha) durant les cinq dernières années (Tableau 11, Figures 22, 23).

Les rendements moyens sur cinq ans de tous les cultivars ont été significativement plus élevés aux sites de SMB (environ 11,5 t/ha) et de LAP (environ 9,4 t/ha). Les plus faibles rendements du PE ont été observés au site de SAB et d'AUG avec 6,3 et 5,9 t/ha, respectivement. Le site de NOR était le moins favorable à la production du PE avec le rendement moyen le plus faible, soit environ 5,1 t/ha (Tableau 11, Figures 24 et 25).

Une différence significative entre le rendement moyen du PE en fonction des années de récolte a été observée. Les rendements ont été plus élevés dès la troisième année de récolte, en 2015, avec 9,2 t/ha. Depuis, le rendement a diminué chaque année pour atteindre 6,2 t/ha en 2018 (Tableau 11, Figure 26).

Nos données démontrent une tendance similaire dans la production de divers cultivars du PE implantés en 2011 et en 2012 :

- le PE a atteint le plus haut rendement à la troisième ou quatrième année de production;
- les cultivars CIRE-II et CIR-II dérivés de Cave-in-Rock (CIR) ainsi que leurs témoins CIR et Shawnee sont les plus productifs (de 8 à 9 t/ha) dans la province;
- SMB est le site le plus favorable pour la production du panic érigé (environ 12 t/ha) au Québec, probablement dû à la différence dans le type de sol et les conditions pédoclimatiques de la région;
- sur tous les sites, le PE a atteint un plateau dans le gain de rendement en 2015, soit 8,1 t/ha.
- pendant les trois dernières années, le rendement du PE sur tous les sites a graduellement diminué jusqu'à 6,2 t/ha en 2018.

Tableau 11. Rendements moyens (2014-2018) du panic érigé en fonction des cultivars, des sites et de l'année de récolte (semis 2012).

		Rendement en matière sèche, kg/ha				
Cultivars <i>Moyenne des sites/cultivars</i>	Sommaire de 5 ans	Sommaire annuel				
		2018	2017	2016	2015	2014
Blue Jacket	7916 ^{BC}	6363 ^{ABC}	7242 ^{ABCD}	7983 ^{ABCD}	9474 ^{BCD}	8839 ^{AB}
Cave-in-Rock	8622 ^A	6986 ^A	7756 ^{ABC}	9517 ^{AB}	9823 ^{BCD}	9341 ^A
CIR-II	8413 ^{AB}	6203 ^{ABC}	8330 ^{AB}	8399 ^{ABCD}	10187 ^{BCD}	9024 ^{AB}
CIRE-II	8943 ^A	7363 ^A	7837 ^{ABC}	9541 ^A	11125 ^{AB}	9436 ^A
Carthage	7565 ^{CD}	6318 ^{ABC}	6536 ^{CDE}	7967 ^{ABCD}	9309 ^{BCDE}	7910 ^{BCD}
Forestburg	6498 ^F	5357 ^{BCDE}	6120 ^{DE}	6689 ^{CD}	7353 ^F	7219 ^{CD}
Shawnee	9005 ^A	6784 ^A	8319 ^A	9340 ^{ABC}	11842 ^A	9258 ^{AB}
Shelter	7746 ^{BCD}	6107 ^{ABC}	7932 ^{ABC}	7913 ^{ABCD}	9051 ^{CDEF}	7893 ^{ABCD}
Southlow	6639 ^{EF}	5158 ^C	5641 ^E	7495 ^{CD}	8319 ^{CDEF}	7026 ^D
Summer	7619 ^{CD}	6525 ^{AB}	7287 ^{ABCD}	7653 ^{CD}	8051 ^{DEF}	8850 ^{ABC}
Sunburst	7223 ^{DE}	6134 ^{ABC}	6706 ^{BCDE}	7302 ^D	7976 ^{CE}	8270 ^{ABCD}
Tecumseh	6841 ^{EF}	5769 ^{ABC}	6305 ^{CDE}	7603 ^{BCD}	7516 ^F	7269 ^{BCD}
Sites						
<i>Moyenne des cultivars et années/site</i>						
La Pocatière	9468 ^B	8771 ^A	8471 ^B	9477 ^B	10738 ^B	10020 ^B
Normandin	5153 ^E	5132 ^D	6090 ^C	5517 ^E	5045 ^D	4634 ^E
Saint-Augustin-de-Desmaures	5994 ^D	5767 ^C	5101 ^D	7269 ^C	6359 ^D	5298 ^D
Sainte-Anne-de-Bellevue	6298 ^C	4547 ^D	6102 ^C	6017 ^D	7643 ^C	7822 ^C
Saint-Mathieu-de-Beloeil	11558 ^A	7885 ^B	9929 ^A	13617 ^A	14024 ^A	13372 ^A
Années de récolte						
<i>Moyenne des cultivars et sites/année</i>						
2014	8399 ^B					
2015	9160 ^A					
2016	8127 ^B					
2017	7153 ^C					
2018	6258 ^D					

Vu que le rendement du PE implanté en 2011 et en 2012 a atteint un plateau dans le gain de rendement sur tous les sites, nous recommandons la récolte du PE de ces parcelles aux deux ans.

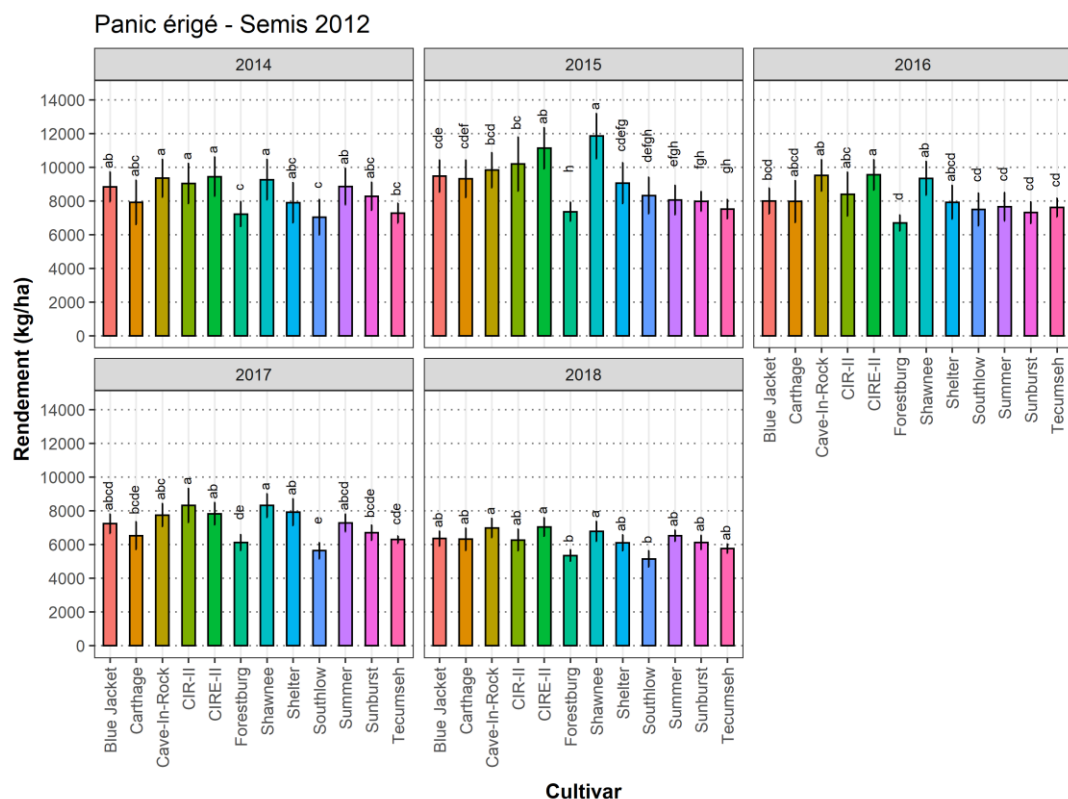


Figure 22. Rendements moyens de tous les sites de panic érigé semé en 2012 en fonction des cultivars et de l'année de récolte.

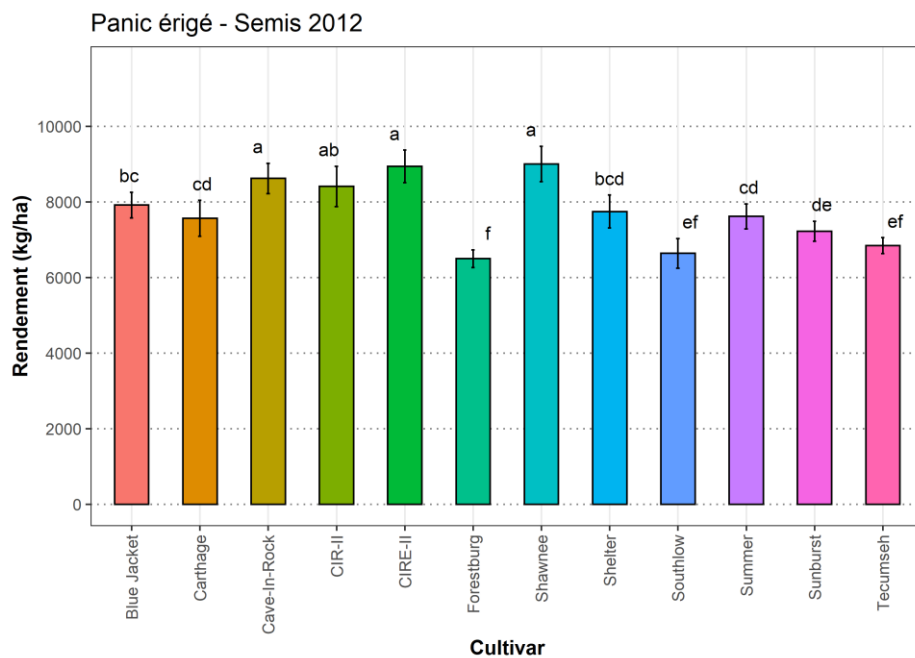


Figure 23. Rendements moyens (2013-2018) de panic érigé semé en 2012 en fonction des cultivars.

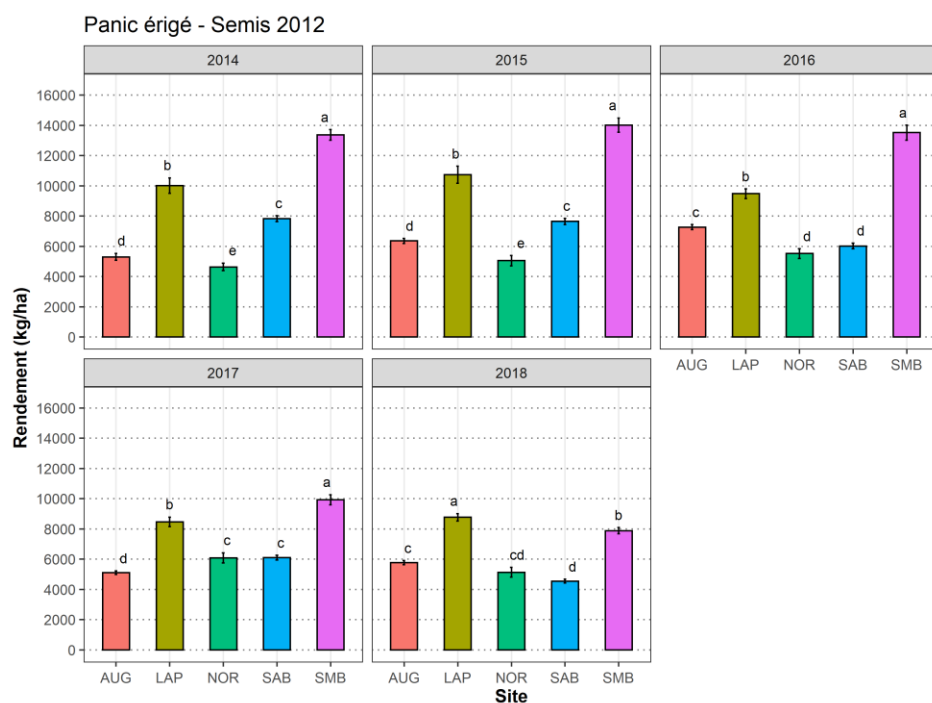


Figure 24. Rendements moyens de tous les cultivars de panic érigé semé en 2012 en fonction des sites et de l'année de récolte.

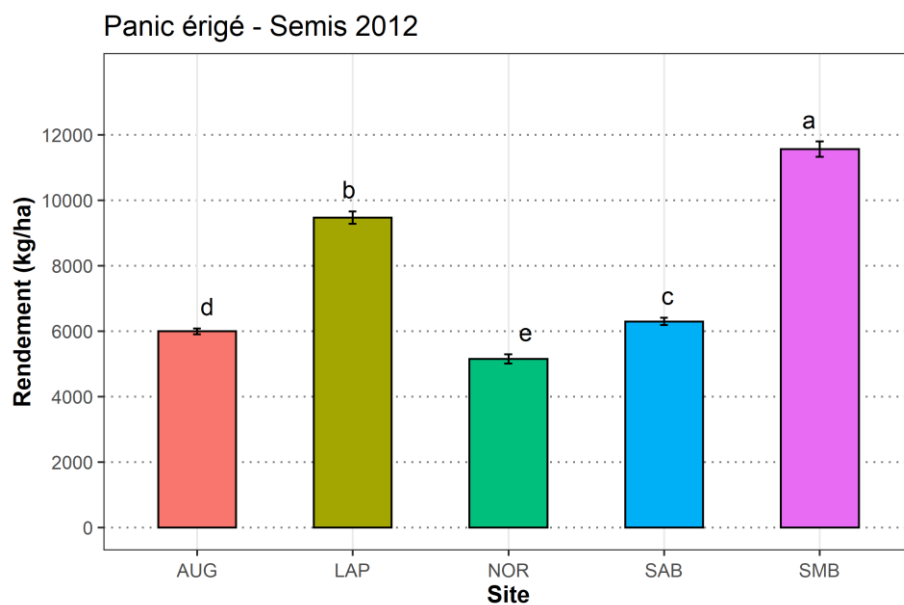


Figure 25. Rendements moyens (2013-2018) de tous les cultivars de panic érigé semé en 2012 en fonction des sites.

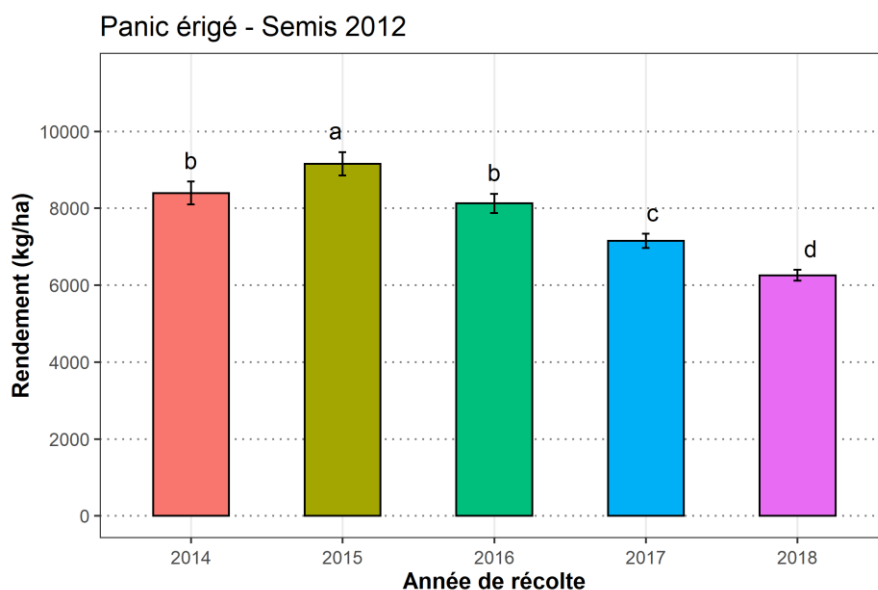


Figure 26. Rendements moyens de tous les cultivars de tous les sites de panic érigé semé en 2012 en fonction de l'année de récolte.

Hauteur

La hauteur des nouvelles lignées et cultivars de PE semés en 2012 a varié selon le site d'étude et l'année de production. Les nouvelles lignées CIR-II et CIRE-II sont significativement plus hautes que leur témoin CIR. Leur hauteur atteint 197 cm (Tableau 12, Figure 27). La hauteur moyenne la plus basse a été observée avec le cultivar Forestburg (154 cm). Il n'y avait pas de différence significative entre la hauteur des cultivars Sunburst et Summer (167 et 170 cm). Une hauteur similaire a été observée avec les nouvelles lignées Blue Jacket, Tecumseh et les cultivars commerciaux Shelter et Sowthlow (180 cm); ainsi que Carthage et Shawnee (190 cm).

Il est important de noter que les nouvelles lignées Blue Jacket et Tecumseh étaient significativement plus hautes que ses témoins Sunburst et Summer, respectivement (Tableau 12, Figure 27).

Tableau 12. Hauteur moyenne (2015-2018) du panic érigé en fonction des cultivars, des sites et de l'année de récolte (semis 2012).

Cultivars <i>Moyenne des sites / cultivars</i>	Hauteur, cm				
	Sommaire de 4 ans	Sommaire annuel			
		2018	2017	2016	2015
Blue Jacket	182 ^{DE}	187 ^{AB}	174 ^{CD}	184 ^{BCD}	181 ^C
Cave-in-Rock	185 ^{BCD}	182 ^B	187 ^C	188 ^{ABC}	185 ^{BC}
CIR-II	197 ^A	184 ^{AB}	201 ^{AB}	200 ^A	205 ^A
CIRE-II	197 ^A	196 ^A	203 ^A	197 ^{ABC}	192 ^{ABC}
Carthage	191 ^{AB}	187 ^{AB}	186 ^{BC}	194 ^{ABC}	196 ^{AB}
Forestburg	154 ^G	162 ^D	140 ^F	154 ^G	158 ^D
Shawnee	188 ^{BC}	182 ^B	183 ^{CD}	197 ^{AB}	191 ^{BC}
Shelter	183 ^{CDE}	180 ^{BC}	184 ^{CD}	183 ^{BCDE}	187 ^{BC}
Southlow	180 ^{DE}	175 ^{BCD}	178 ^{CD}	181 ^{CDEF}	188 ^{BC}
Summer	170 ^F	175 ^{BCD}	172 ^{DE}	167 ^{FG}	167 ^D
Sunburst	167 ^F	170 ^{CD}	160 ^E	171 ^{EF}	168 ^D
Tecumseh	179 ^E	177 ^{BC}	181 ^{CD}	172 ^{DEF}	185 ^{BC}

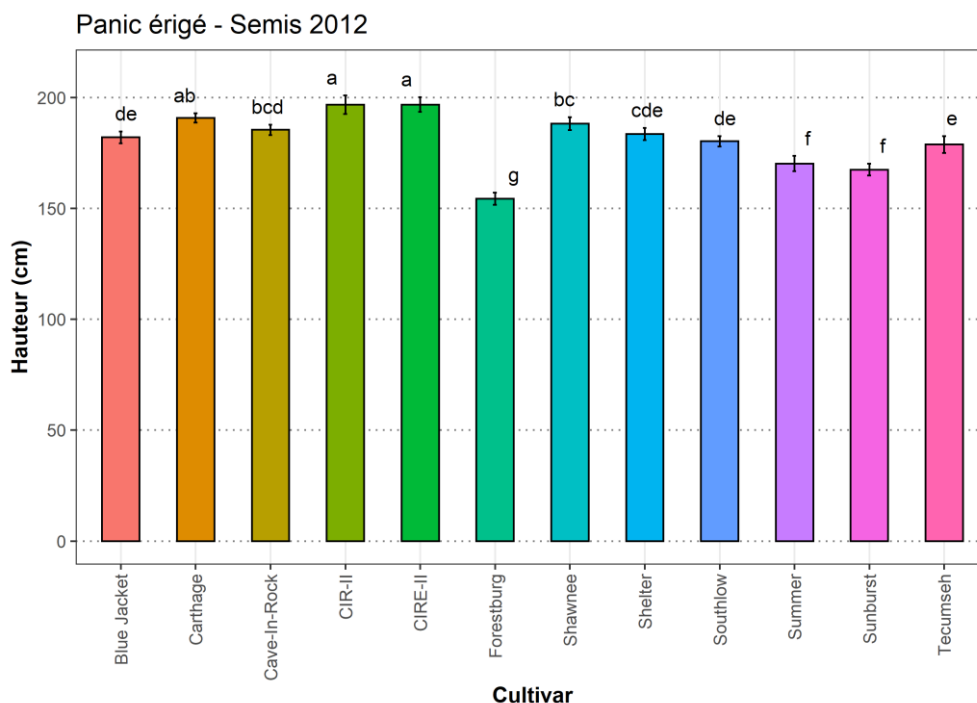


Figure 27. Hauteur moyenne de lignées de panic érigé semées en 2012.

Semis 2015

Afin d'augmenter les performances agronomiques des cultivars existants, de nouvelles lignées ont été développées par REAP-Canada à partir de Cave-in-Rock (CIR), Summer et Sunburst, et implantées à SMB en 2015 (Tableau 4).

Rendement

Lors de la première année de récolte en 2016, le rendement du PE de nouvelles lignées était très faible (2,6 à 4,1 t/ha), alors que le rendement du PE a triplé (9 à 12 t/ha) entre la deuxième et la troisième année de récolte, (Tableau 13, Figure 28), supportant ce qui a été rapporté dans la littérature [19].

Tableau 13. Rendements moyens de nouvelles lignées de panic érigé semées à Saint-Mathieu-de-Beloeil en 2015.

Rendement en matière sèche, kg/ha					
Cultivars	Témoin	Sommaire de 2 ans	Sommaire annuel		
			2018	2017	2016
Cave-in-Rock (CIR)	T1	8674 ^{BCD}	8522 ^A	8826 ^{BC}	2182 ^{BC}
Summer	T2	8176 ^D	9249 ^A	7103 ^C	2220 ^C
Sunburst	T3	8141 ^{CD}	7723 ^A	8560 ^{BC}	2293 ^{BC}
Blue Jacket	3	10392 ^{ABC}	9673 ^A	11112 ^{AB}	3589 ^{AB}
RC Blue Jacket-V	3	9559 ^{ABCD}	9167 ^A	9951 ^{ABC}	3218 ^{ABC}
RC CIR-V	1	10872 ^{AB}	10883 ^A	10860 ^{AB}	2619 ^{AB}
RC CIRE-IV	1	10927 ^{AB}	9597 ^A	12258 ^A	4183 ^A
RC HT-II x CIR-III	1	11127 ^A	10583 ^A	11671 ^{AB}	2731 ^{AB}
RC Tecumseh-V	2	9429 ^{ABCD}	8570 ^A	10288 ^{ABC}	3398 ^{ABC}

Aucune différence significative ($p>0,05$) n'a été observée entre les rendements des nouvelles lignées de PE et leurs témoins, à l'exception du RC CIRE-IV, qui était plus productif (environ 12 t/ha) que le témoin CIR (environ 9 t/ha) après la deuxième année de production. Par contre, en 2018, le rendement du RC CIRE-IV a baissé à 9,5 t/ha (Tableau 13, Figure 28).

En 2017 et 2018, RC Tecumseh-V ainsi que le croisement RC HT-II x CIR-III n'ont pas permis de produire significativement plus de rendements que leurs témoins Summer et CIR (Tableau 13, Figures 28 et 29).

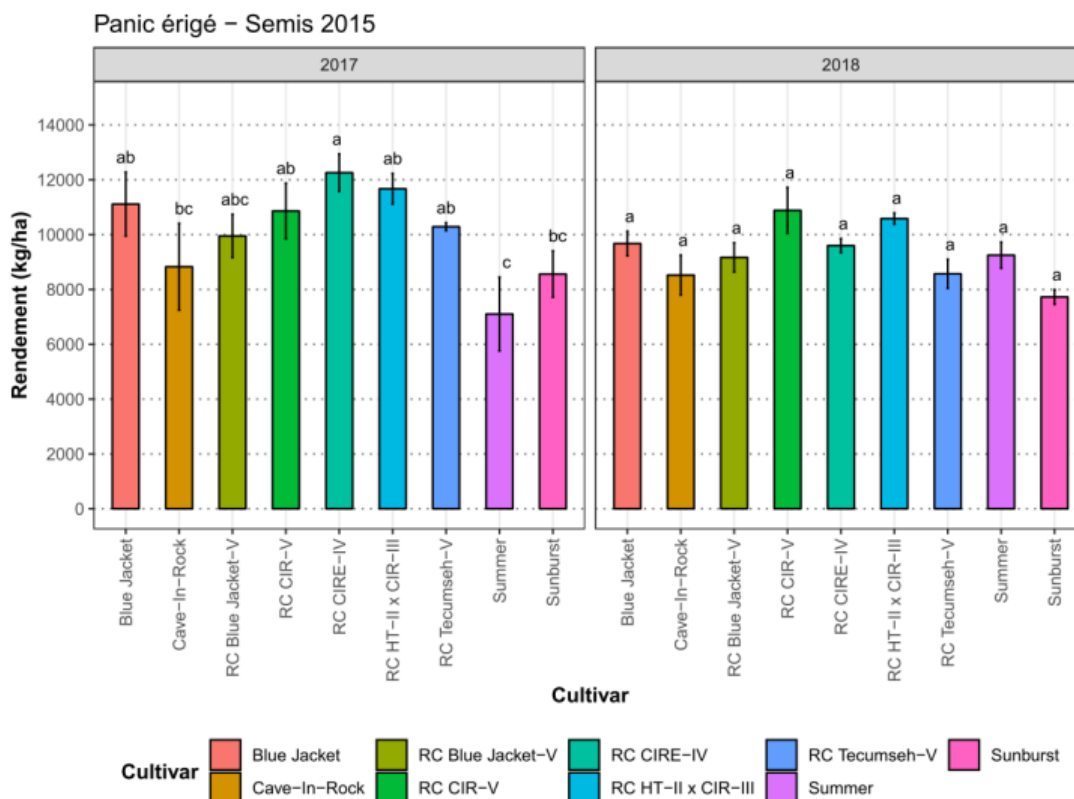


Figure 28. Rendements de nouvelles lignées de panic érigé semées en 2015 en fonction de l'année de récolte.

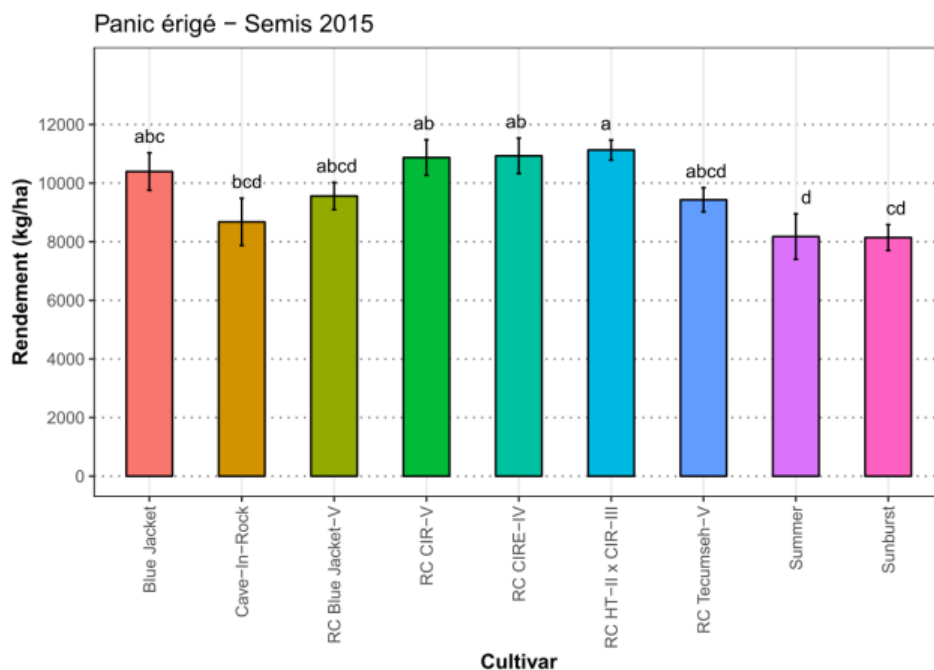


Figure 29. Rendements moyens (2017-2018) de nouvelles lignées de panic érigé semées en 2015.

Hauteur

La hauteur moyenne obtenue au cours des deux dernières années (2017 et 2018) a permis de conclure que la nouvelle lignée RC CIR-V et le croisement RC HT-II x CIR-III (leur hauteur dépasse 200 cm) sont plus haut que leur témoin CIR et les plus hautes de toutes les lignées étudiées (Figure 30). Les nouvelles lignées Blue Jacket et RC Blue Jacket-V sont aussi plus hautes que leur témoin Sunburst. La même tendance s'observe chez la nouvelle lignée RC Tecumseh-V qui est significativement plus haute que son témoin Summer (Figure 30).

Les nouvelles lignées développées par REAP-Canada et leurs témoins peuvent être placés selon leur hauteur de plus petite à plus élevée à l'ordre suivant: Sunburst = Summer < CIR= Blue Jacket = RC Blue Jacket-V = RC Tecumseh-V= CIRE-IV ≤ CIR-V = RC HT-II x CIR-III.

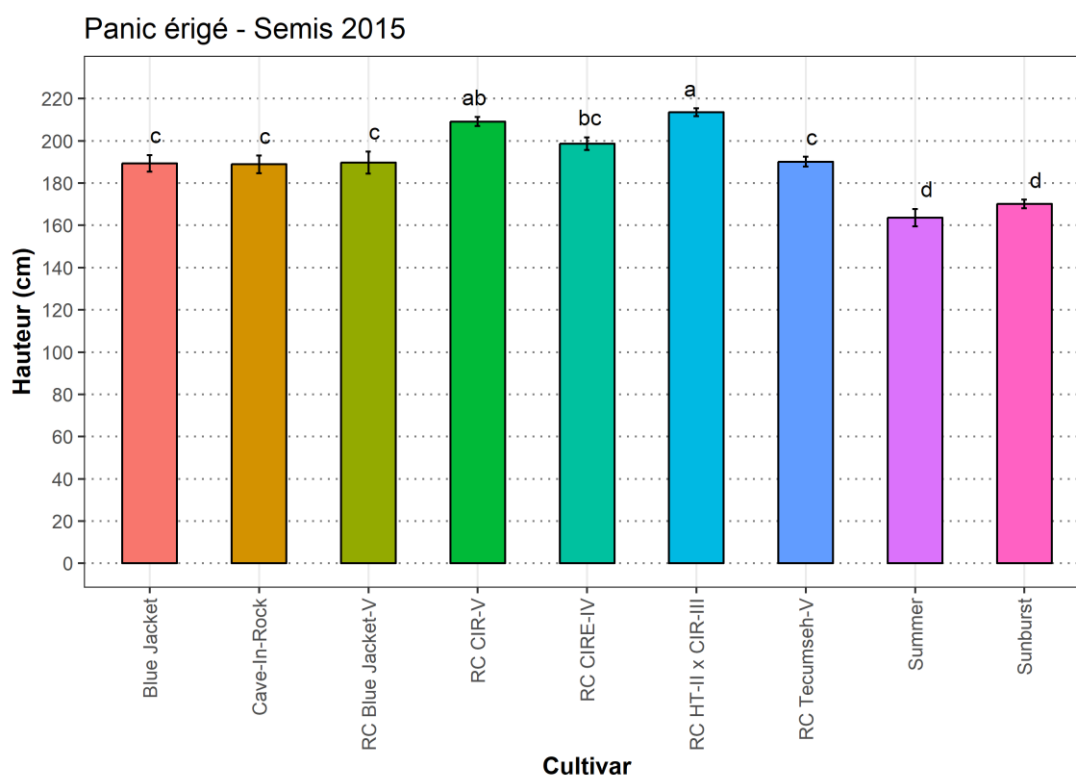


Figure 30. Hauteur moyenne de lignées de panic érigé semées en 2015 à SMB.

Largeur des feuilles

La largeur des feuilles des nouvelles lignées de PE semées en 2015 à SMB, mesurée pour la première fois en 2018, a varié entre 0,93 et 1,07 cm (Tableau 14, Figure 31). Il n'y avait pas de différence significative entre les nouvelles lignées et leurs témoins, à l'exception de Blue Jacket, dont les feuilles étaient significativement plus larges que celles de son témoin Sunburst (Tableau 14, Figure 31).

Tableau 14. Largeur des feuilles de nouvelles lignées de panic érigé semées à Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB) en 2015.

Largeur des feuilles, cm		
Cultivars	Témoin	SMB, 2018
Cave-in-Rock (CIR)	T1	0,98 ^{AB}
Summer	T2	0,8 ^C
Sunburst	T3	0,88 ^{BC}
Blue Jacket	3	1,03 ^A
RC Blue Jacket-V	3	0,93 ^{ABC}
RC CIR-V	1	0,98 ^{AB}
RC CIRE-IV	1	1,06 ^A
RC HT-II x CIR-III	1	1,07 ^A
RC Tecumseh-V	2	0,93 ^{ABC}

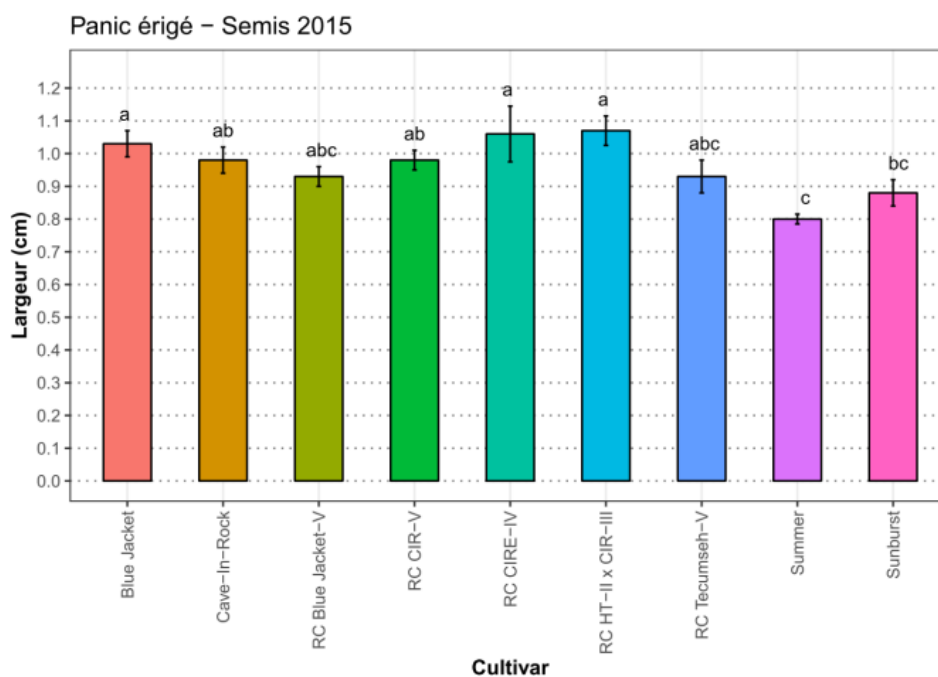


Figure 31. Largeur des feuilles de nouvelles lignées de panic érigé semées en 2015 à SMB.

Semis 2016

En 2016, de nouvelles lignées dérivées de Cave-in-Rock (CIR), Summer et Sunburst ont été développées par REAP-Canada et semées à SMB et à LAP afin de comparer l'effet des différences climatiques sur le rendement et la résistance aux diverses maladies. Les critères recherchés étaient une meilleure adaptation aux terrains plus humides et une germination hâtive au printemps.

La récolte à SMB n'a pas été effectuée en 2017 à cause du très haut recouvrement (50-90%) de mauvaises herbes dans les parcelles et de la faible croissance du PE. Ainsi, la prise de données et la récolte de nouvelles lignées du PE en 2017 ont été effectuées uniquement à LAP.

Rendement

À LAP en 2017, la productivité des nouvelles lignées de PE n'étaient pas significativement différentes ($p > 0,05$) de leurs témoins, soit de 4 à 5 t/ha (Tableau 15). La même tendance s'observe en 2018, mais avec un rendement moyen plus élevé, soit entre 6 et 8 t/ha (Tableau 15).

Le rendement de toutes les lignées de PE semées en 2016 et récoltées en 2018 à SMB était en 1,5 fois plus faible que celui de LAP (Tableau 15).

En 2018, les nouvelles lignées RC Blue Jacket-VI et RC Tecumseh-VI du PE récoltées à LAP et à SMB ont présenté le rendement plus élevé par rapport à leurs témoins Summer et Sunburst, mais les données ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Tableau 15. Rendements moyens de nouvelles lignées de panic érigé semées à La Pocatière (LAP) et à Saint-Mathieu-de-Beloeil (SMB) en 2016.

Cultivars	Témoin	Rendement en matière sèche, kg/ha		
		2018 (SMB)	2018 (LAP)	2017 (LAP)
Cave-in-Rock (CIR)	T1	5319 ^{AB}	6491 ^{AB}	4533 ^{AB}
Summer	T2	2325 ^B	4487 ^B	1668 ^B
Sunburst	T3	2760 ^B	3950 ^B	1563 ^B
RC Blue Jacket-VI	3	4304 ^{AB}	6257 ^{AB}	4187 ^{AB}
RC Tecumseh-VI	2	4799 ^{AB}	6719 ^{AB}	4313 ^{AB}
RC CIR-VI	1	5310 ^{AB}	8314 ^{AB}	5587 ^A
RC CIRE-IV	1	5355 ^A	7481 ^A	4855 ^A
RC HT-II × CIR-III (Cycle2)	1	5091 ^A	7231 ^A	5098 ^A
RC CIR-III × HT-II (Cycle 2)	1	6264 ^A	7977 ^A	4795 ^A
RC CIRE-IV × BJ-V	1 et 3	4879 ^A	8334 ^A	5413 ^A

Hauteur

L'analyse statistique de la hauteur moyenne des nouvelles lignées et leurs témoins respectifs cultivés à SMB et à LAP en 2018 a mis en évidence une différence significative. À titre d'exemple, toutes les nouvelles lignées RC CIRE-IV, RC CIR-VI dérivées de CIR et les croisements RC HT-II × CIR-III, RC CIR-III × HT-II et RC CIRE-IV × BJ-V sont significativement plus hautes que leur témoin CIR (Figure 32). Les nouvelles lignées Blue Jacket-VI et Tecumseh-VI sont significativement plus hautes que leur témoins Sunburst et Summer, respectivement. Les plantes du croisement RC CIRE-IV×BJ-V sont significativement plus hautes que leur témoin CIR et Sunburst (Figure 32).

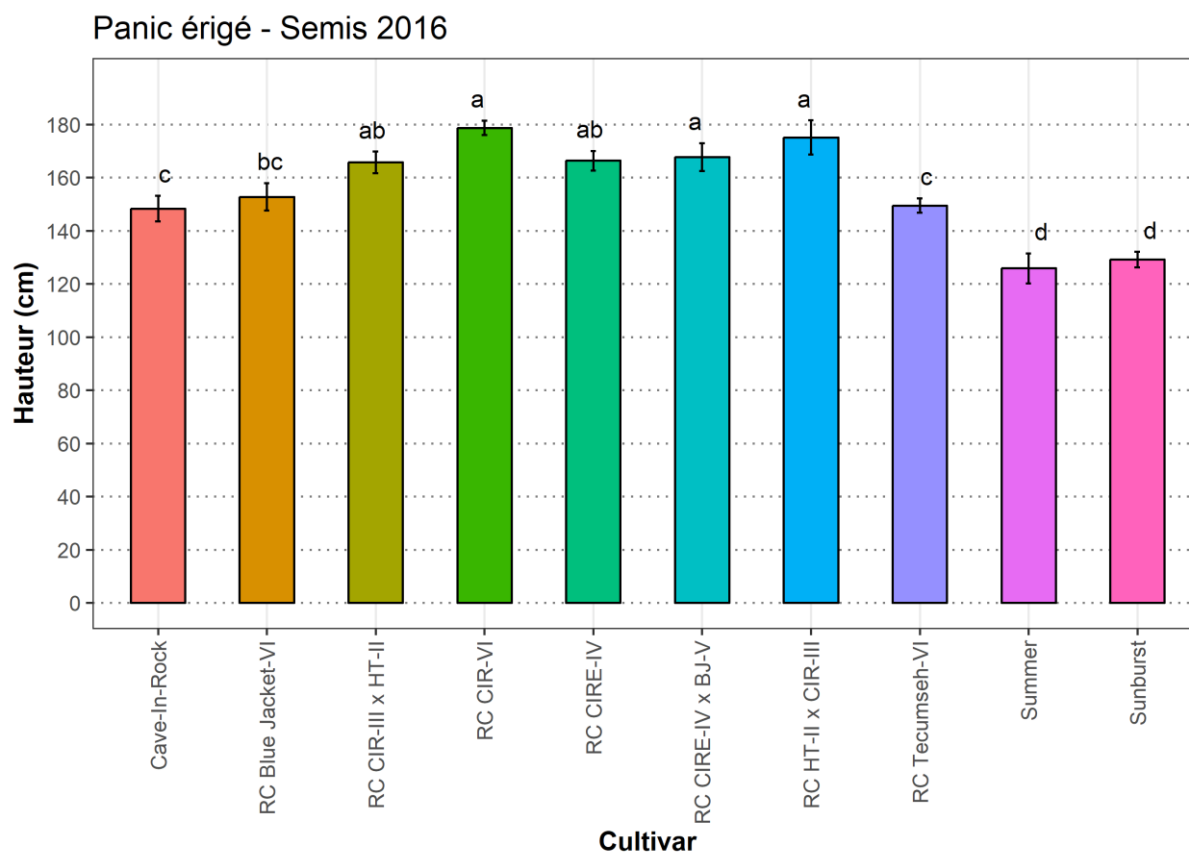


Figure 32. Hauteur moyenne des lignées du panic érigé semées en 2016.

Largeur des feuilles

La largeur des feuilles des nouvelles lignées de PE semées en 2016 à SMB et à LAP a été mesurée pour la première fois en 2018 (Tableau 16, Figures 33 et 34). À SMB et à LAP, il n'y avait pas de différence significative entre les cultivars des nouvelles lignées et leurs témoins, à l'exception de RC Blue Jacket-VI et son témoin Sunburst de SMB, soient 0,97 cm et 0,86 cm, respectivement (Tableau 16, Figures 33 et 34).

Tableau 16. Largeur des feuilles des nouvelles lignées de panic érigé semé à Saint-Mathieu-de-Beloil (SMB) et à La Pocatière (LAP) en 2016.

Cultivars	Témoin	Largeur des feuilles, cm	
		SMB	LAP
Cave-in-Rock (CIR)	T1	1,01 ^{AB}	0,93 ^A
Summer	T2	0,81 ^{BC}	0,73 ^C
Sunburst	T3	0,86 ^B	0,82 ^B
RC Blue Jacket-VI	3	0,97 ^{AC}	0,94 ^{AB}
RC Tecumseh-VI	2	0,87 ^B	0,86 ^{ABC}
RC CIR-VI	1	1,16 ^A	1,03 ^A
RC CIRE-IV	1	1,0 ^{AB}	1,0 ^A
RC HT-II × CIR-III (Cycle 2)	1	1,19 ^A	0,99 ^A
RC CIR-III × HT-II (Cycle 2)	1	1,13 ^A	0,98 ^{AB}
RC CIRE-IV × BJ-V	1 et 3	1,0 ^{AB}	0,88 ^{ABC}

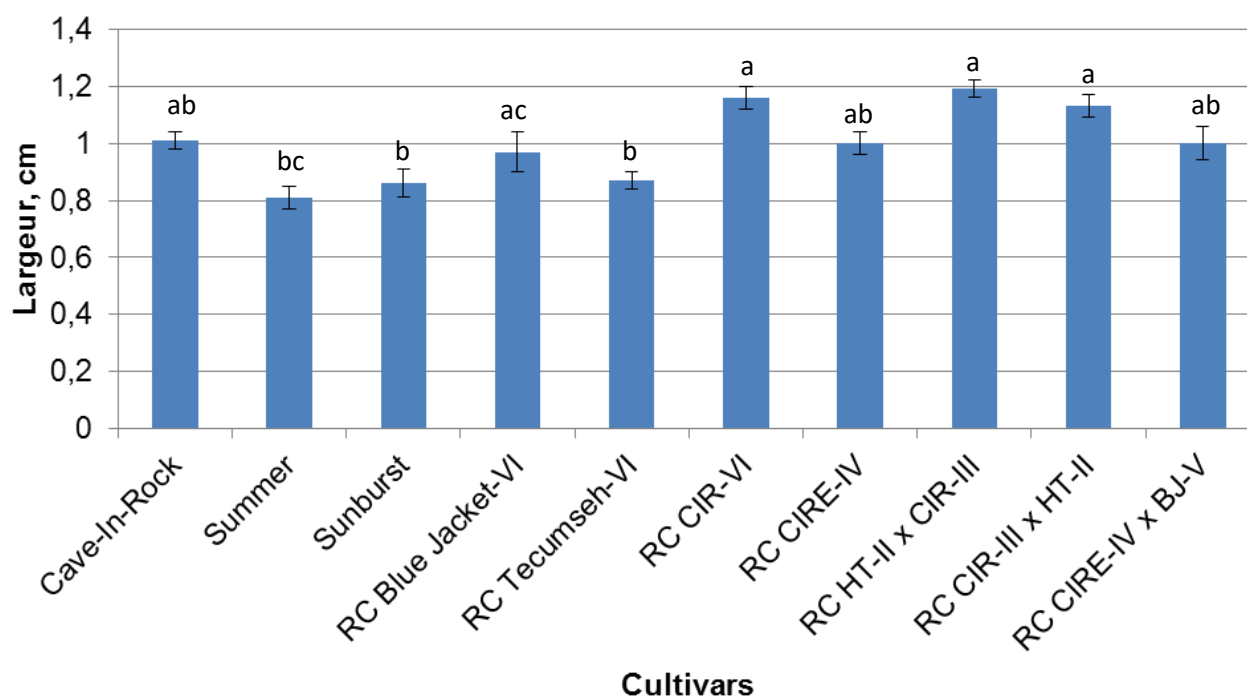


Figure 33. Largeur des feuilles des nouvelles lignées de panic érigé semées en 2016 à SMB.

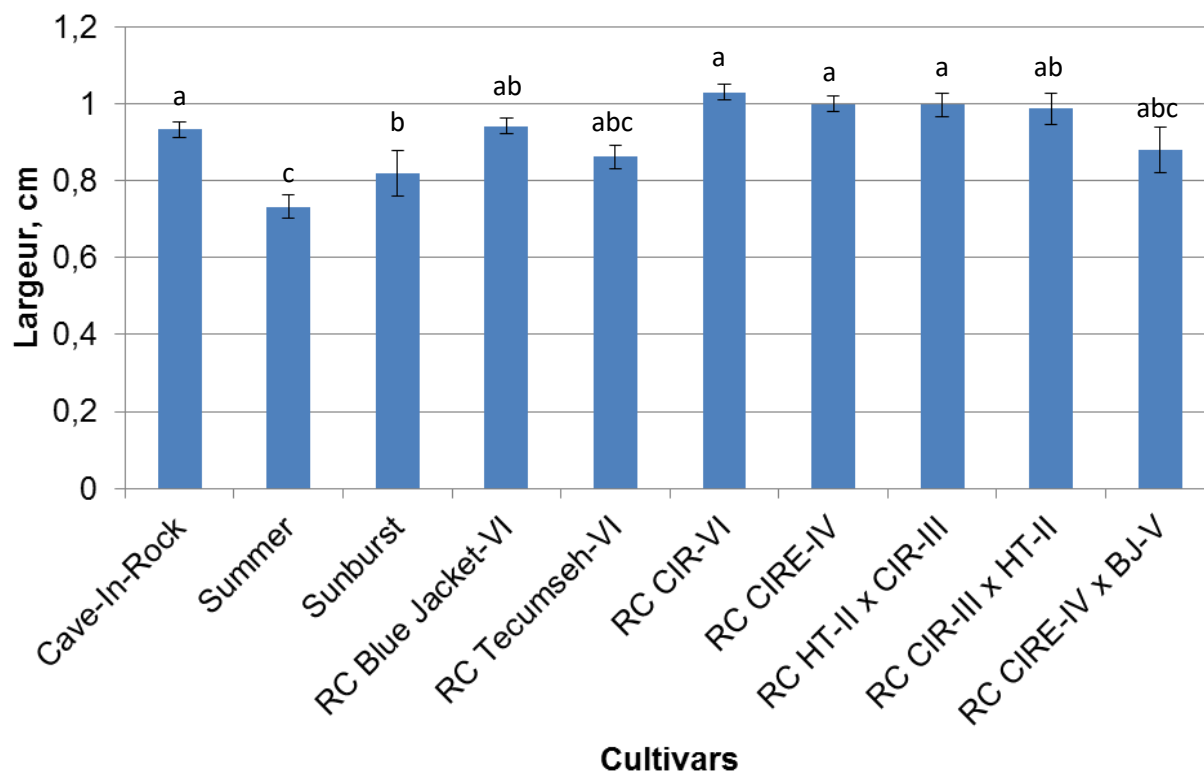


Figure 34. Largueur des feuilles des nouvelles lignées de panic érigé semées en 2016 à LAP.

Dépistage de *Tilletia maclaganii* du panic érigé

La seule maladie suivie de façon systématique chez le PE est le charbon de tête. Cette maladie fongique, causée par *Tilletia maclaganii*, a été détectée pour la première fois aux États-Unis en 2002 [20], puis en Ontario et au Québec en 2016 [19, 21]. Des études aux États-Unis ont démontré que la réduction du rendement du Cave-in-Rock, causé par le charbon de tête, peut atteindre 40% [22, 23]. Cette diminution s'explique par un fleurissement prématurément (vers la mi-juin aux États-Unis) lorsque la hauteur atteint 1 m, alors que la hauteur des plantes saines peut atteindre 3 mètres [19, 22]. De plus, les plantes infectées par le charbon de tête ne peuvent pas produire de graines pendant plusieurs années [19]. Par contre, au Québec, aucune perte du rendement attribuable à *T. maclaganii* n'a été répertoriée jusqu'au présent.

Dans les parcelles du RPBQ, les symptômes reliés au charbon de tête ont été détectés pour la première fois en 2018. Le dépistage de *T. maclaganii* a été effectué sur tous les sites expérimentaux, mais sa présence n'a été confirmée que sur certains cultivars implantés en 2012 à Saint-Anne-de-Bellevue (Tableau 17, Figure 35).

Tableau 17. Nombre total d'inflorescence de panic érigé infectées par *Tilletia maclaganii* durant l'été 2018 à Sainte-Anne-de-Bellevue.

Cultivar	Année d'implantation	
	2011	2012
Cave-in-Rock	0	0
Blue Jacket	0	0
Forestburg	0	0
Nebraska	0	0
Shawnee	0	0
Southlow	0	0
Sunburst	0	0
Tecumseh	0	2
Dacotah	0	2
CIR-II*	—	7
CIRE-II*	—	17
Carthage*	—	0
Shelter*	—	20
Summer*	—	0

*cultivars implantés seulement en 2012



© Photo : Shimin Fan, Université McGill

Figure 35. Panic érigé infecté par *Tilletia maclaganii*.

Il est important de noter que le pourcentage d'inflorescences infectées dans chaque parcelle demeure relativement faible.

Les résultats du dépistage ont démontré que les symptômes de cette maladie se manifestent au cours de la sixième année de production du panic érigé. Le fait que la maladie a été trouvée sur seulement certains cultivars du PE semés en 2012 s'explique probablement, du moins en partie, par l'historique du site et la contamination probable des semences utilisées.

À date, le cycle de vie de *T. maclaganii* est peu connu. Les chercheurs supposent que l'infection du PE se passe par les semences préalablement contaminées. De plus, *T. maclaganii* peut survivre dans le sol sous forme de téliospores, infectant les plantes par les racines. Au moment de la floraison, tous les grains de la plante infectée sont remplacés par des téliospores [22].

Bien que les divers cultivars du PE aient été mis en essai en 2010, les symptômes du charbon de tête ne se sont manifestés qu'en 2018. Par conséquent, aucun pesticide autre que pour le contrôle des mauvaises herbes n'a été appliqué.

Les pratiques de contrôle efficaces sont difficiles à déterminer. Les fongicides peuvent être utilisés comme traitement des semences afin de réduire le taux d'infection dans les champs, mais ils ne sont pas encore homologués au Canada. Cependant, le traitement des semences par un fongicide n'est pas 100% efficace et peut retarder l'apparition des symptômes du charbon de tête [21]. Il est donc important de trouver une autre approche afin de contrôler cette maladie.

Miscanthus géant

Plantation 2011

Le tableau 18 présente les rendements moyens du MG pour les 6 années de récolte, depuis son implantation en 2011, pour les hybrides Nagara et Europe. Dès l'année d'implantation, les populations de l'hybride Europe ayant survécu étaient très inférieures à celles de l'hybride Nagara, ce qui s'explique par le débourrement des rhizomes durant le transport de l'Europe jusqu'au Québec. Un bris dans la chaîne de froid pourrait possiblement s'expliquer ce débourrement. Après le premier hiver (en 2012), le rendement du MG de l'hybride Europe a été le plus faible dans tous les trois sites conséquence directe d'une population inférieure au moment de l'implantation. Le rendement de l'hybride Europe s'est graduellement amélioré entre 2013 et 2018, probablement dû à un contrôle efficace des mauvaises herbes.

Tableau 18. Rendements moyens (2013-2018) du miscanthus géant en fonction des hybrides, des sites et de l'année de récolte (implantation en 2011).

Sites	Rendement en matière sèche, kg/ha (sommaire annuel)						
	hybride Nagara						
<i>Moyenne des cultivars et années/site</i>	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Saint-Augustin-de-Desmaures	22890 ^A	30292 ^A	29233 ^A	23738 ^A	15809 ^A	22966 ^A	16357 ^A
Sainte-Anne-de-Bellevue	24178 ^A	21854 ^A	-	26298 ^A	19971 ^A	16563 ^A	5595 ^A
Saint-Mathieu-de-Beloeil	20232 ^A	17159 ^A	-	17502 ^A	15822 ^A	15575 ^A	15812 ^A

Sites	hybride Europe						
	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
<i>Moyenne des cultivars et années/site</i>							
Saint-Augustin-de-Desmaures	27997 ^A	23491 ^B	31473 ^A	28332 ^A	14249 ^A	10753 ^B	4481 ^A
Sainte-Anne-de-Bellevue	24837 ^A	21777 ^A	-	24892 ^A	16813 ^A	11318 ^B	2540 ^A
Saint-Mathieu-de-Beloeil	16145 ^A	14817 ^A	-	8141 ^B	-	2963 ^B	2359 ^A

« - » Les données de rendement du Miscanthus géant récolté en 2016 à SAB et à SMB n'ont pas été retenues lors du calcul du rendement moyen à cause d'une erreur dans la prise de données au champ.

Le site AUG est celui où le MG fut le plus productif (rendement moyen de 30 et 23 t/ha pour les hybrides Nagara et Europe, respectivement), suivi de SAB et SMB. Il semble que le rendement du MG hybride Europe à Saint-Augustin a atteint le rendement maximal en 2016, alors que l'hybride Nagara l'a atteint en 2017.

En ce qui concerne le site de SMB, le rendement des deux hybrides a été le plus élevé en 2018, soient 16 t/ha et 20 t/ha pour Europe et Nagara, respectivement. À Saint-Anne-de-Bellevue, le rendement des deux hybrides a varié entre 21 et 24 t/ha entre 2016 et 2018 (Tableau 18).

Stratford

Semis et plantation 2010

En 2010, cinq cultivars de Panic érigé (PE), deux cultivars de la Spartine pectinée (SP), deux cultivars du Barbon de Gérard (BG) et 1 hybride de Miscanthus géant (MG) ont été implantés sur un site en friche d'une ferme commerciale à Stratford afin d'évaluer la survie et le rendement de ces cultures. Situé en Estrie près de Mégantic, ce site compte autour de 2100 UTM. Depuis 2013, les rendements atteints par le MG sont supérieurs à 15 t/ha, alors que dans le cas des autres cultures, les rendements moyens n'ont pas dépassé les 10 t/ha (Tableau 19).

Tableau 19. Rendements moyens (2013-2017) de diverses plantes bio-industrielles implantées en 2010 à Stratford.

Rendement en matière sèche, kg/ha							
Cultivars Moyenne des années /cultivars Panic érigé	Sommaire de 6 ans	Sommaire annuel					
		2018	2017	2016	2015	2014	2013
Blue Jacket	7249 ^C	8885 ^A	7563 ^C	8524 ^A	5234 ^A	8380 ^{ABC}	4506 ^B
Cave-in-Rock	8862 ^A	10042 ^A	11409 ^A	8647 ^A	6346 ^A	9949 ^A	6361 ^A
Summer	8132 ^B	8921 ^A	9948 ^{AB}	8659 ^A	6357 ^A	9619 ^{AB}	5289 ^{AB}
Sunburst	7041 ^C	8407 ^A	9384 ^{BC}	7211 ^A	4999 ^A	7335 ^C	4910 ^{AB}
Tecumseh	7362 ^C	9073 ^A	9568 ^{AB}	7726 ^A	5695 ^A	7954 ^{BC}	4158 ^B
Miscanthus géant							
Europe	24586	24742	25623	16300	38927	22957	18969
Barbon de Gérard							
Niagara	7550 ^A	9391 ^A	9321 ^A	7159 ^A	4987 ^A	9436 ^A	5005 ^A
Sowthlow	7611 ^A	8469 ^A	10082 ^A	6528 ^A	5040 ^A	10474 ^A	5075 ^A
Spartine pectinée							
Pennsylvania	9505 ^A	8892 ^A	12778 ^A	8878 ^A	7044 ^A	9685 ^A	3622 ^A
Red River	8219 ^B	8336 ^A	9945 ^A	7665 ^A	9026 ^A	5064 ^A	6668 ^A

Le rendement moyen de Cave-in-Rock au cours des six dernières années était significativement le plus élevé que les autres cultivars de PE, avec 8,8 t/ha. À l'exception de Blue Jacket, tous les cultivars de PE, de même que l'hybride Europe du MG, deux cultivars du BG et deux cultivars du SP ont atteint le plateau dans le gain du rendement en 2017.

Bien que sensibles à la verse, le barbon de Gérard (MG) et la spartine pectinée (SP) font relativement bonne figure face au PE dans des conditions fraîches sur des terres moins bien égouttées.

Conclusions sur les résultats des parcelles expérimentales

Ainsi, les activités du RPBQ en 2018-2019 ont permis d'évaluer les aspects agronomiques de plusieurs cultures pérennes tels que le PE et le MG dans les cinq sites expérimentaux. Les résultats agronomiques obtenus avec le BG et la SP en provenance du site de Stratford aideront au développement du protocole d'ensemencement de ces cultures dans le Pôle d'expertise multidisciplinaire en gestion durable du territoire du Lac St-Pierre.

La production de divers cultivars du PE implantés en 2011 et en 2012 a démontré les résultats suivants :

- le PE a atteint le plus haut rendement à la troisième et quatrième année de production suivant l'implantation;
- les cultivars CIRE-II et CIR-II dérivés de Cave-in-Rock (CIR) ainsi que leurs témoins CIR et Shawnee sont les plus productifs (de 8 à 9 t/ha) dans la province;
- SMB est le site le plus favorable pour la production du panic érigé (environ 12 t/ha) au Québec, probablement dû à la différence dans le type de sol et les conditions pédoclimatiques;
- sur tous les sites, tous les cultivars du PE ont atteint un plateau dans le gain de rendement en 2015. Donc, la récolte du PE de ces parcelles sera effectuée aux deux ans;
- le suivi des maladies et insectes se poursuivra annuellement.

Le rendement des nouvelles sélections du PE implantées en 2015 à SMB a varié entre 8 et 10 t/ha à la troisième année de la production, malgré l'absence de différence significative entre le rendement de nouvelles lignées et leurs témoins.

À la deuxième année de production, le rendement des nouvelles lignées de PE implantées en 2016 à LAP a été plus élevé (6,2-8,3 t/ha) par rapport au rendement de nouvelles lignées du PE implantées à SMB en 2016 (4,3-6,2 t/ha). Les prochaines années permettront de mieux documenter les aspects agronomiques des nouvelles lignées sur ces sites.

Selon les rendements moyens du MG depuis son implantation en 2011, le site d'AUG semble rassembler les conditions les plus favorables à la production de cette culture, tel que démontré par le rendement moyen le plus élevé en 2016 de l'hybride Europe (31 t/ha) et en 2017 pour l'hybride Nagara (31 t/ha). Nos résultats ont aussi démontré que le MG n'est pas envahissant.

Les cultures bio-industrielles telles que le PE, la SP, le BG le MG, implantées sur une terre en friche d'une ferme commerciale à Stratford, se sont bien adaptées aux conditions pédoclimatiques de faible UTM (2100) avec drainage déficient, produisant un rendement de 7-8 t/ha pour le PE, de 8,2-9,5 t/ha pour la SP, de 7,5-7,6 t/ha pour le BG et de 24 t/ha pour le MG.

Déploiement de chaînes de valeurs pour la biomasse de plantes bio-industrielles

En 2018, afin de déployer des chaînes de valeurs pour les plantes bio-industrielles, plusieurs contacts ont été établis par la coordonnatrice du RPBQ lors de deux colloques organisés par le CRIBIQ :

- « Biointrants en agriculture : quand la nature aide la nature » du 14 au 15 mars 2018 à Saint-Bruno; QC
- « Quel est l'avenir de la filière québécoise des extractibles agroforestiers ? » du 27 au 28 mars 2018 à Orford; QC.

Suite aux rencontres avec les partenaires potentiels, une proposition de projet « DÉVELOPPEMENT DE BIOPRODUITS PAR CONVERSION PYROLYTIQUE DE BIOMASSES AGRICOLES » a été soumis par le centre collégial de transfert de technologie Biopterre en collaboration avec l'entreprise Pyrovac et le CÉROM au Programme des technologies propres en agriculture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Aucune réponse n'a été reçue au moment de rédiger ce rapport annuel.

Les Laboratoires Bio ForeXtra inc, entreprise spécialisée dans le développement et la fabrication de divers extractibles des plantes utilisées dans le domaine cosmétique, était intéressée à obtenir les extraits du SCR, du PE et du MG afin de tester l'activité antioxydante, la cytotoxicité etc. La biomasse de ces trois cultures a été envoyée au laboratoire de l'entreprise par le CÉROM afin de confirmer leur potentiel dans le domaine cosmétique. Malheureusement, suite au rachat par Lucas Meyer Cosmetics de Les Laboratoires Bio ForeXtra en octobre 2018, le service de développement et de caractérisation de produits externes a cessé de faire partie des missions de l'entreprise.

En collaboration avec Mme Martel (MAPAQ, Estrie), une entente a été conclue entre le CÉROM et le CRB Innovation inc. afin d'analyser la biomasse de 6 cultures au potentiel bio-industriel (panic érigé, miscanthus géant, barbon de Gérard, spartine pectinée, fétuque élevée et festutolium hykor) selon les besoins de l'entreprise afin de produire du bioéthanol. Les taux de rendement des sucres libres, sucres hémicellulosiques et cellulose, le rendement en lignine et en résidus solides biogéniques ont été évalués. Ces données étant confidentielles, elles ne peuvent être présentées dans le présent rapport.

Parmi les produits bioraffinés, les biomatériaux représentent une avenue intéressante permettant à la fois de réduire la consommation des matières d'origine fossile et d'améliorer le bilan carbone des produits finaux. Les biomatériaux sont les matériaux transformés qui sont issus entièrement ou partiellement de la biomasse (ex. bioplastiques, isolants, dérivés de la cellulose, agromatériaux, biocomposites, etc.). Bien que les perspectives liées à l'utilisation du PE comme biomatériau soient nombreuses, il existe pour le moment que très peu d'applications commerciales au Canada.

Innofibre est un CCTT en évaluation de qualité de la biomasse entrant dans la fabrication de produits thermomoulés recyclables et/ou biodégradables tels que les contenants pour semences, lessive, coin de protection pour les meubles, etc, pouvant être produits à partir des fibres de PE, de MG et de SCR. L'équipe de chercheurs est prête à faire les analyses appropriées afin de comprendre quel(s) type(s) de biomasse correspond(ent) le mieux aux qualités des fibres nécessaires pour la fabrication des bioproduits mentionnés ci-dessus.

Le Professeur Mathieu Robert de l'Université Sherbrooke se spécialise dans l'élaboration d'éco-composites polymères (par exemple, l'ajout de fibres de chanvre dans le béton). Présentement, il collabore avec Mme Martel (MAPAQ, Estrie) sur le potentiel d'utilisation des fibres du panic érigé, de l'alpiste roseau et du miscanthus géant pour la production des éco-composites. Selon les résultats préliminaires, le panic érigé et l'alpiste roseau sont des cultures très intéressantes pour leur facilité à être broyées afin de pouvoir être mélangées avec des matrices polymères. Le miscanthus est trop rigide et dur pour un broyage simple et l'optimisation du procédé du broyage est nécessaire.

L'entreprise KWI Polymers Solutions souhaiterait utiliser les fibres de PE dans la fabrication de résines thermoplastiques. Selon des données préliminaires, le PE a un taux d'humidité et une densité de fibres assez élevés, limitant l'utilisation à grande échelle de la biomasse de cette culture. Les fibres plus courtes compressées en granules auront un avantage certain pour l'entreposage et leur utilisation pour la fabrication des résines thermoplastiques.

Selon une publication récente [24], il y a un autre marché potentiel pour les plantes bio-industrielles qui concerne le volet environnemental. Il s'agit de terre noire du sud-ouest du Québec, servant à cultiver la moitié de la production maraîchère de la province, qui risque à disparaître d'ici 50 ans. Monsieur Jean Caron, professeur de physique du sol au département des sols et de génie agroalimentaire de l'Université Laval, constate que la hauteur des champs de terre noire diminue en moyenne de deux centimètres par année (un centimètre qui part avec le vent et il y a un centimètre qui part avec la décomposition microbienne). « C'est comme si vous aviez un gros tas de feuilles mortes qui commençaient à se décomposer et qui partaient sous forme de dioxyde de carbone et d'eau dans l'atmosphère. Si tu n'en rajoutes jamais, il n'en reste plus », explique M. Caron [24]. Afin de freiner l'érosion et créer de la nouvelle biomasse et ainsi régénérer leurs terres, les agriculteurs devront cesser de cultiver une portion de leurs champs durant une très longue période : « environ 20 ans », estime Jean Caron. C'est ce que l'on appelle une rotation longue. Des bandes qui freineront l'effet du vent seront mises en jachère. Deux plantes seront testées dans les zones qui se drainent plus lentement et qui sont plus vulnérables à l'érosion éolienne, soit le miscanthus géant et le saule à croissance rapide. De façon périodique la biomasse sera récoltée et enfouit dans le but d'enrichir la terre en matière organique. Afin d'éviter la disparition des terres noires, 14 producteurs agricoles de la Montérégie se sont unis pour financer un grand projet de recherche mené par l'Université Laval dans l'espoir de freiner cette tendance alarmante qui compromet notre souveraineté alimentaire [24].

Selon l'analyse de la littérature et certains résultats préliminaires, le panic érigé, le miscanthus géant et le saule à croissance rapide possèdent un fort potentiel comme matière première dans la filière agroalimentaire et environnementale, ainsi que dans la bioraffinerie. Le développement de modèles de chaînes de valeur pour ces cultures exige plus de financement et de temps pour la recherche scientifique et l'évaluation de la rentabilité économique, ainsi que pour le lancement de projets pilotes. Ces derniers pourront dévoiler les vrais enjeux liés au développement du marché potentiel pour les cultures dédiées.

RÉFÉRENCES

1. Brouillard C. Le puceron: comment le reconnaître et limiter ses attaques. Rustica <https://www.rustica.fr/articles-jardin/puceron,4018.html>
2. Guide de Référence en fertilisation 2^e édition. Arbres et arbustes à feuilles caduques (cultivés en plein champs) : 370-371.
3. Labrecque M. et Lajeunesse S.L. 2017. Guide de production de saules en culture intensive sur courtes rotations. Publication du Réseau des Plantes Bio-industrielles du Québec sur Agri-Réseau. Mars 2017. 29 p. <https://www.agrireseau.net/documents/96859/guide-de-production-de-saules-en-culture-intensive-sur-courtes-rotations>
4. Puceron. Gouvernement du Canada. 2013-06-04. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/conseils-pour-contrôle-parasites/pucerons.html>
5. Avertissement. Pépinières ornementales. N 08. 19 juin. 2007. Page 3. <https://www.agrireseau.net/Rap/documents/a08pep07.pdf>
6. Pei M., Lindegaard K., Ruiz C., Bayon C. 2008. Rust resistance of some varieties and recently bred genotypes of biomass willows. Biomass and Bioenergy. **32** : 453-459.
7. Parker S.R., Pei M.H., Royle D.J. et al. 1995. Epidemiology, population dynamics and management of rust diseases in willow energy plantations. Final Report of Project ETSE B/W6/00214/REP. Energy Technology Support Group, Department of Trade and Industry, UK.
8. McCracken A.R., Dawson W.M. 1997. Growing clonal mixtures of willow to reduce effect of *Melampsora epitea* var. *epitea*. European Journal of Forest Pathology. **27** : 319-329.
9. McCracken A.R., Dawson W.M. 2003. Rust disease (*Melampsora epitea*) of willow (*Salix* spp.) grown as short rotation coppice (SCR) in inter- and intra-species mixtures. Ann. Appl. Biol. **143** : 381-393.
10. Labrecque M., Teodorescu T.I. 2005. Field performance and biomasse of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada). Biomass and Bioenergy. **28** : 1-9.
11. Avertissement. Pépinières ornementales. N 08. 19 juin. 2007. Page 2. <https://www.agrireseau.net/Rap/documents/a08pep07.pdf>
12. McCracken A.R., Dawson W.M. 1998. Short rotation coppice willow in Northern Ireland since 1973: development of the use of mixtures in the control of foliar rust (*Melampsora* spp.). Forest. Pathol. **28** : 241-250.
13. Pei M.H., McCracken A.R. 2005. Rust disease of willow and poplar. CAB International, London, UK, P. 288.
14. Vujanovic V., Labrecque M. 2007. Potentially pathogenic and biocontrol Ascomycota associated with green wall structures of basket willow (*Salix viminalis* L.) revealed by phenotypic characters and ITS phylogeny. BioControl. **53** (2) : 413-426.
15. Casler M.D. 2012. Switchgrass Breeding, Genetics, and Genomics, in Switchgrass, Green Energy and Technology, A. Monti Editor. Springer-Verlag: London, UK. p. 29-53.
16. Guide de Référence en fertilisation 2^e édition. Prairie/entretien. P. 446.

17. Simon & Park, 1981. Caractérisation des stades de développement des légumineuses et des graminées fourragères. Proc. XIV Int. Grassl. Congres : 416-418.
18. Layton C.N. 2014. The biology and control of switchgrass head smut (*Tilletia maclaganii*) in New York State. A Dissertation Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University. 117 p.
19. Martel H., Lalonde O. 2018. *Guide de production du panic érigé*. Réseau des Plantes Bio-industrielles du Québec. CÉROM : 41 p.
20. Gravet C.E., Munkvold G. 2002. Fungi and diseases associated with cultivated switchgrass in Iowa. J Iowa Acad Sci, 109 : 30-34.
21. Samson R., Delaquis E., Deen B. et al. 2016. *Switchgrass Agronomy*. Ontario Biomass Producers Co-Opertive inc : 82 p.
22. Thomsen P.M., Brummer E.C., Shriver J. et al. 2008. *Biomass yield reductions in switchgrass due to smut caused by Tilletia maclaganii*. Plant Health Progress. Published online. <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2008/smut/>
23. Mitchell R.B., Lee D.K., Casler M. 2014. *Switchgrass*. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty : p. 1438. <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1438/>
24. Cameron D. Les terres noires menaces de disparition. Agriculture. La presse. Edition du 25 avril 2019, section Actualités, écran 8. http://plus.lapresse.ca/screens/c5a5ecee-bd9e-490e-9a2c-ccf90cef4198_7C_0.html?utm_medium=Ulink&utm_campaign=Internal+Share&utm_content=Screen